

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**



**“CALIDAD DE LA CARNE DE CUYES (*Cavia porcellus*)  
ALIMENTADOS CON HARINA DE LARVAS DE MOSCA SOLDADO  
(*Hermetia illucens*) COMO FUENTE PROTEICA”**

**Presentada por:**

**MARÍA ALEXANDRA NOVAK CASSINELLI**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAGISTER EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**Lima – Perú**

**2023**

# CALIDAD DE LA CARNE DE CUYES (*Cavia porcellus*) ALIMENTADOS CON HARINA DE LARVAS DE MOSCA SOLDADO (*Hermetia illucens*) COMO FUENTE PROTEICA

## INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://tesis.ucsm.edu.pe">tesis.ucsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Nacional Agraria La Molina Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="http://vsip.info">vsip.info</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://cd.dgb.uanl.mx">cd.dgb.uanl.mx</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://bdigital.unal.edu.co">bdigital.unal.edu.co</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://repositorio.uoosevelt.edu.pe">repositorio.uoosevelt.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**“CALIDAD DE LA CARNE DE CUYES (*Cavia porcellus*)  
ALIMENTADOS CON HARINA DE LARVAS DE MOSCA  
SOLDADO (*Hermetia illucens*) COMO FUENTE PROTEICA”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO**

**MAGISTER SCIENTIAE**

**Presentada por:**

**MARÍA ALEXANDRA NOVAK CASSINELLI**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

**Mg.Sc. Patricia Martínez Tapia**

**PRESIDENTE**

**Dra. Bettit Salva Ruiz**

**ASESOR**

**Ph.D. Jenny Valdez Arana**

**MIEMBRO**

**M.Sc. Walter Francisco Salas Valerio**

**MIEMBRO**

**Dr. Esteban Gabriel Herrera Nuñez**

**CO-ASESOR**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mi querido esposo, Mario Guerra Garcia, ya que sin su apoyo no hubiese podido lograr hacer esta investigación, y a mis hijos Mariana, Nicolas, Luana y Mira que me dan fuerzas para seguir siempre hacia adelante.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Granja EL Cuyero, que tan generosamente nos abrió las puertas para realizar esta investigación.

A Elisa Carhuamaca y Lucas Villalobos, que cuidaron y alimentaron diariamente los cuyes de esta investigación.

A todo el equipo entowaste por confiar en mi para encomendarme esta investigación y apoyarme en todo momento.

A la profesora Bettit salva, por su generosa asesoría y guía en todo momento.

Al profesor Víctor Aguilar, por animarme y darme ánimos para terminar esta investigación hasta el final.

A mi co-asesor Esteban Herrera, por su asesoramiento y su confianza en mí.

## ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.	ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CUYES .....	3
2.2.	VENTAJAS DE LA CRIANZA DE CUY.....	6
2.3.	CARCASA Y CARNE DE CUY .....	9
2.3.1.	Parámetros fisicoquímicos relacionados a la carne de cuy .....	12
2.4.	VALOR NUTRICIONAL DE LA CARNE DE CUY .....	13
2.5.	PROBLEMÁTICA DE LA SOYA .....	16
2.6.	HARINA DE INSECTOS COMO FUENTE DE PROTEÍNAS .....	18
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	25
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN .....	25
3.2.	MATERIALES Y EQUIPOS .....	25
3.2.1.	Materia prima .....	25
3.2.2.	Insumos .....	25
3.2.3.	Materiales .....	26
3.2.4.	Reactivos .....	27
3.2.5.	Equipos para el análisis .....	27
3.3.	TRATAMIENTOS.....	28
3.3.1.	Proceso de faenado.....	29
3.3.2.	Preparación de muestras para los análisis experimentales .....	31
3.3.3.	Etapas de la investigación .....	32
3.4.	MÉTODOS DE ANÁLISIS .....	34
3.4.1.	Análisis proximal .....	34
3.4.3.	Perfil de ácidos grasos.....	43
3.4.4.	Perfil de aminoácidos .....	43
3.5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	44
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
4.1.	PRUEBAS FISICOQUÍMICAS.....	45
4.1.1.	Análisis de pH.....	45
4.2.	VARIACIÓN DEL COLOR EN EL MUSCULO <i>Rectus abdominis</i> .....	46
4.2.1.	Variable L* (Luminosidad).....	46
4.2.2.	Variable a* (rojizo-verdoso) .....	47

4.2.3. Variable b* (amarillo – azulado).....	48
4.2.4. Croma (saturación de color).....	49
4.3. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA) EN EL MÚSCULO <i>biceps femoris</i> DE CUYES ALIMENTADOS CON TRES DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN .....	50
4.4. MACROELEMENTOS DE LA CARNE DE CUYES .....	50
4.5. PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS.....	54
4.6. PERFIL DE AMINOÁCIDOS .....	59
V. CONCLUSIONES .....	61
VI. RECOMENDACIONES .....	62
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
VIII. ANEXOS.....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características de Reproducción y Crecimiento de diferentes especies animales para la producción de carne .....	8
Tabla 2: Características de la carcasa de seis genotipos de cuyes machos parrilleros (3 meses de edad).....	11
Tabla 3: Características de la carcasa de seis genotipos de cuyes machos de saca.....	11
Tabla 4: Características de la carcasa de seis genotipos de cuyes hembras de saca.....	11
Tabla 5: Composición comparativa de carnes de diferentes especies .....	14
Tabla 6: Composición Química del musculo de cuy .....	14
Tabla 7: Composición Química de la carne de tres líneas de cuyes .....	15
Tabla 8: Composición Química de la carne de cuy .....	15
Tabla 9: Perfil de amino ácidos de harina de larvas de <i>H. illucens</i> .....	20
Tabla 10: Perfil de ácidos grasos de harina de larvas de <i>H. illucens</i> .....	20
Tabla 11: Efecto de la inclusión de harina de <i>Hermetia illucens</i> en la composición proximal (porcentaje), contenido de colesterol (mg/100g carne) y estatus oxidativo (mg MDA/kg carne) de pechuga de codornices japonesa.....	23
Tabla 12: Pérdidas por descongelamiento (porcentaje) y composición proximal (g/100g carne) de carne de pechuga de pollo de engorde alimentados con niveles crecientes de grasa de larvas de mosca soldado .....	24
Tabla 13: Insumos utilizados en el alimento balanceado de engorde.....	29
Tabla 14: pH de la carne de cuyes (músculo Longissimus Lumborum) alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación.....	32
Tabla 15: Valoración de la luminosidad.....	45
Tabla 16: Valoración de la variable a* .....	47
Tabla 17: Valoración de la variable b*.....	48
Tabla 18: Valoración de Croma.....	48
Tabla 19: Promedio del porcentaje de jugo liberado en la carne de los cuyes .....	49
Tabla 20: Resultado de los macronutrientes de la carne de cuyes.....	50
Tabla 21: Composición proximal de alimento balanceado utilizado en cada tratamiento ..	51
Tabla 22: Contenido de Ácidos grasos de la carne de cuy proveniente de tres sistemas de alimentación, expresado en porcentaje de ácidos grasos .....	51
Tabla 23: Resultado de grasas en carne de cuyes en porcentaje de grasas totales .....	54
Tabla 24: Efecto de la inclusión de harina de larvas de mosca soldado en el perfil de	



ácidos grasos (% de ácidos grasos totales) en carne de pechuga de codorniz japonesa.....	55
Tabla 25: Perfil de ácidos grasos (porcentaje de ácidos grasos totales) de pechuga de pollos de engorde alimentados con niveles crecientes de grasa de larvas de mosca soldado .....	57
Tabla 26: Perfil de aminoácidos de la harina de larvas de mosca soldado y de carne de cuyes alimentados con harina de larvas de mosca soldado en porcentaje de amino ácidos totales.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Flujo de faenamiento.....	30
Figura 2: Flujo de la etapa de engorde .....	33
Figura 3: Potenciómetro de la marca SI Analytics, Handy Lab 100 N° 285202370.....	39
Figura 4: Medida de pH en el Músculo Longissimus lumborum del cuy .....	40
Figura 5: Medición del color en el músculo Rectus abdominis .....	41
Figura 6: Procedimiento de prensado para obtención de la CRA.....	42
Figura 7: Músculo bíceps femoris para obtención de CRA.....	42

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Resultados del Perfil de ácidos grasos de carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación en g/100g de muestra .....	76
Anexo 2: Resumen de resultados de grasa en g/100g de muestra de carne de cuyes alimentados con tres sistemas diferentes de alimentación.....	78
Anexo 3: Perfil de ácidos grasos de carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación expresado en porcentaje de ácidos grasos totales.....	79
Anexo 4: Resumen de grasa en porcentaje del total de grasas de carne de cuyes alimentados con tres sistemas diferentes de alimentacion.....	81
Anexo 5: Análisis proximal carne de cuyes (musculo sin piel y sin grasa) alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación.....	82
Anexo 6: Contenido de amino ácidos (g/100g muestra) en carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentacion.....	83
Anexo 7: Contenido de amino ácidos en porcentaje de amino ácidos totales para carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación.....	85
Anexo 8: Resultados de pH de la carne de cuyes en el musculo <i>Longissimus lumborum</i> ....	87
Anexo 9: Resultados de COLOR, variables L*,a*,b* tomados en el musculo rectus abdominis de cuy.....	88
Anexo 10: Resultados del porcentaje de jugo liberado (CRA) para carne de cuy tomado en el musculo <i>bíceps femoris</i> .....	90
Anexo 11: Resultados estadísticos para el perfil de ácidos grasos de la carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación.....	91
Anexo 12: Resultados estadísticos para la grasa de la carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación.....	93
Anexo 13: Resultados estadísticos de amino ácidos de la carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación.....	94
Anexo 14: Resultados estadísticos obtenidos de pH/color y Capacidad de retención de agua de la carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación.....	96
Anexo 15: Resultados estadísticos obtenidos para el análisis proximal de la carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación .....	97

## RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo proporcionar información sobre el efecto de la inclusión de harina de larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) como fuente proteica en la calidad de carne de cuyes (*Cavia porcellus*). Se evaluó el perfil de amino ácidos, perfil de ácidos grasos, capacidad de retención de agua, pH, color y composición proximal de la carne de cuyes (*Cavia porcellus*). Los resultados mostraron un incremento en la grasa saturada y una disminución de la grasa poliinsaturada de la carne de los cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con harina de larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) con respecto a la carne de los cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con el tratamiento control, mientras que la grasa monoinsaturada mantuvo niveles similares. De otra parte, se encontraron diferencias significativas en el nivel de cenizas y en la cantidad de grasa del tratamiento control con respecto a la carne de los cuyes alimentados con harina de larvas de mosca soldado negra. No se observaron diferencias en el perfil de aminoácidos, contenido de proteínas, humedad, capacidad de retención de agua, color y pH de los cuyes alimentados con harina de larvas de mosca soldado negra. Los resultados obtenidos nos indican la factibilidad de utilizar harina de larvas de mosca soldado negra como fuente proteica en la alimentación de cuyes en los niveles de 7.1 por ciento y 14.3 por ciento, sin afectar significativamente la calidad de su carne.

**Palabras clave:** cuyes, ácidos grasos, amino ácidos, *Hermetia illucens*, *Cavia porcellus*, calidad de carne

## ABSTRACT

This study gives results of the effects of the inclusion of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal (BSFLM) as protein source in the quality of guinea pig meat (*Cavia porcellus*). The characteristics evaluated were amino acid profile, lipid profile, water holding capacity, pH, color and proximal composition of the meat. The results showed an increase in the levels of saturated fat in the meat of guinea pigs (*Cavia porcellus*) fed with BSFLM, with respect to those that were fed with the control treatment. With this increase in the saturated fat there is a decrease in polyunsaturated fats. Monounsaturated fats maintain similar levels in the three treatments. Significant differences were found in the ash level and fat quantity of the meat of the control treatment with respect to the meat of the animals fed with BSFLM. No differences were found in the amino acid profile, protein quantity, humidity, water holding capacity, color and pH of the meat of the guinea pigs (*Cavia porcellus*) fed with BSFLM. The results show the factibility of using BSFLM as protein source in guinea pig feed at the levels of 7.1 percent and 14.3 percent.

**Keywords:** guinea pig, *Cavia porcellus*, fatty acids, aminoacids, *Hermetia illucens*, meat quality.

## I. INTRODUCCIÓN

El cuy ha sido criado desde la época de los incas como fuente de proteínas para el autoconsumo, costumbre que se sigue sobre todo en la sierra peruana. Las características de reproducción y crecimiento del cuy han permitido que este sea una fuente de proteínas económica y de fácil crianza lo que ha favorecido la formación de granjas comerciales que se dedican a su explotación.

El cuy tiene un alto costo de producción en las granjas comerciales ya que son alimentados con forraje (pasto verde) y alimento balanceado que se prepara con soya, trigo y maíz principalmente y se requiere de mucha mano de obra para su crianza. El alimento balanceado utilizado para la alimentación de cuyes usualmente tiene un porcentaje de proteínas que oscila entre el 16 al 22 por ciento según el alimento sea dirigido a animales recién nacidos, de engorde o reproductores. La fuente de proteínas usualmente utilizada para alimentar a los cuyes es la soya y la harina de pescado. No existen a nivel comercial muchas otras opciones (Aliaga *et al.* 2009). La harina de pescado además de tener un alto costo puede traer problemas sanitarios a los cuyes por lo que se prefiere preparar el alimento balanceado con soya. La soya es un commodity sujeto a muchas variaciones y alzas en su precio. Una fuente proteica segura y más económica traería muchos beneficios a la crianza de cuyes ya que se podrían reducir costos de producción permitiendo que el cuy tenga un precio de mercado más asequible.

La problemática del abastecimiento de alimentos para la población humana que cada año aumenta está llevando a considerar a los insectos como fuente de proteínas. Los insectos son una fuente de proteínas alternativa que se pueden obtener en espacios pequeños y utilizando residuos orgánicos diversos. El uso de harina de insectos para alimentación animal en reemplazo de la soya busca mantener o disminuir las áreas de este cultivo entre otras cosas.

La harina de insectos tiene un alto contenido de proteínas y contribuye a la alimentación animal sin desmejorar su sabor y hasta mejorando su perfil de ácidos grasos y aminoácidos en algunos casos (Miao *et al.* 2019; Cullere *et al.* 2017). Existen trabajos de investigación donde se alimentan truchas (Stamer *et al.* 2014), salmones (Lock *et al.* 2015), pollos (Schiavone *et al.* 2017; Veldkamp y Bosch 2015; Khan *et al.* 2018), cerdos (Veldkamp y Bosch 2015) y codornices (Cullere *et al.* 2017) utilizando la harina de insectos como fuente proteica con resultados positivos, en donde los animales crecen adecuadamente y la carne mantiene sus cualidades nutritivas y sensoriales aceptables para el consumo humano.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad de la carne de cuyes alimentados con harina de larvas de mosca soldado negra como fuente proteica, a través de las características tecno funcionales (pH, color, capacidad de retención de agua) y nutritivas (humedad, grasa, ceniza, proteína bruta, perfil de ácidos grasos y amino ácidos) de la carne, para determinar la factibilidad de utilizar la harina de larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) como sustituto de la soya en la crianza comercial de cuyes destinados al consumo humano.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CUYES**

El cuy por su pequeño tamaño y crianza de corto tiempo es una especie animal con poca necesidad de espacio y forraje para su crianza, lo que lo hace la especie indicada para obtener proteínas de buena calidad en los centros rurales más pobres (Bolton *et al.* 2012).

Ancestralmente el cuy ha sido parte de la dieta del hombre nativo de América del Sur. Cuando los primeros conquistadores llegaron a América encontraron al cuy repartido a lo largo de los Andes como animal doméstico y como fuente importante de la dieta del hombre andino junto con la papa, la quinua, el maíz, el olluco, la oca y algunos otros animales y vegetales (Aliaga 1979). Esto se ha extendido a través de los siglos, siendo la crianza y consumo de cuyes una costumbre muy arraigada en la cultura andina del Perú, en donde la crianza ha sido hasta hace relativamente pocos años a nivel familiar, criándose los cuyes en las cocinas de las casas, y alimentándolos con los restos de los vegetales utilizados para la alimentación familiar (Solórzano y Sarria 2014).

Existen varios cronistas que han descrito la presencia de cuyes cuando los españoles llegaron al Perú. Guamán Poma de Ayala refiere que las culturas pre-chinchas se alimentaban de cuyes. El Padre Bernabé Cobo escribió: “El cuy es el menor de los animales mansos y domésticos que tenían los naturales de estas indias, el cual criaban dentro de sus casas y en sus mismos aposentos como lo hacen hoy día”. El Inca Garcilaso de la Vega nos dice que los indios criaban unos animales parecidos a los conejos y los comían en las fiestas. Fray Juan de Santa Gertrudis en su libro “Las Maravillas de la Naturaleza” escribe que “hay muchos cuyes, que no son mezcla de ratón y conejo sino una especie diferente” y que él los había comido muchas veces destacando el buen sabor de la carne de cuy (Aliaga 1979).



Julio C. Tello en estudios hechos en el Templo del Cerro Sechin (Casma) encontró depósitos de heces de cuyes. En el periodo cavernas de la cultura Paracas (300 a 250 AC) el hombre ya se alimentaba de cuyes y para el año 1400 DC en casi todas las casas había un cuyero (Aliaga *et al.* 2009). Existen ceramios Mochicas y Vicus que muestran la importancia del cuy en estas culturas (Aliaga 1979).

Tello (1956, citado por Moreno 1989) calcula que la domesticación del cuy fue entre los años 3600 a 2500 AC y desde esas épocas hasta ahora el cuy ha sido utilizado como fuente de proteína por el hombre Andino. En el Tahuantinsuyo (1200 a 1532 años DC) los incas siguieron criando al cuy como complemento de la dieta y también se utilizaba en ceremonias de adivinaciones. Además de su carácter nutritivo tenía carácter mágico para la curación de enfermedades (Bolton 1979, Bolton y Calvin 1981). Datos arqueológicos indican que la domesticación de cuyes podría haberse iniciado en los Andes en épocas tan tempranas como 5000 años AC y que hacia el año 2500 AC ya estaba bien establecida su crianza. Cuando los españoles llegaron a América del Sur ya encontraron cuyes con el polimorfismo de colores típico de la forma domesticada (Pigière *et al.* 2012).

En el imperio incaico los cuyes eran la principal fuente de carne de los guerreros y del pueblo; solo la jerarquía militar y las altas autoridades podían abastecerse de carne de otros animales mayores, como la alpaca, la llama, etc. (Centro de Estudios Agropecuarios 2001). Según Bolton y Calvin (1981), las fiestas comunales donde mayormente se consume el cuy están distribuidas en el tiempo en función de las limitaciones ambientales asociadas con la crianza de cuyes y en función de las necesidades periódicas de proteínas de alta calidad necesarias para mantener la buena salud de una población.

Por más que los animales introducidos por los españoles como los vacunos, ovinos, cabras y cerdos fueron muy bien aceptados por los indígenas peruanos, los cuyes continuaron ocupando un lugar muy importante en la vida del poblador Andino del Perú, Ecuador y Bolivia, en donde en muchas comunidades la crianza de cuyes puede ser tan importante hoy como en los tiempos Incaicos. Casi todos los etnógrafos andinos que hablan de los cuyes refieren la importancia de la carne de cuy en la preparación de las viandas reservadas para ocasiones especiales como fiestas, ceremonias, etc. El poblador andino se ha podido adaptar con éxito a un ambiente inhóspito y difícil. Para hacerlo tuvo que resolver las limitaciones

impuestas por el medio ambiente en el que vivía. El consumo de proteínas de alta calidad en las fiestas y ceremonias ha contribuido a esta adaptación proporcionando los amino ácidos necesarios para esto (Bolton y Calvin 1981).

El cuy en los Andes cumple una función muy importante ya que no solamente aporta proteínas al poblador andino disminuyendo el déficit proteico de la zona, sino que también aporta ingresos económicos que le permiten a este cubrir otras necesidades (Aliaga *et al.* 2009).

En la escala zoológica, Orr, citado por Aliaga (1979), ubica al cuy de la siguiente manera:

Phylum: Vertebrata  
Sub-phylum: Gnathostomata  
Clase: Mammalia  
Sub-clase: Theria  
Infra-clase: Eutheria  
Orden: Rodentia  
Sub-Orden: Hystricomorpha  
Familia: Caviidae  
Género: Cavia  
Especies: Cavia aperea aperea Erxleben  
Cavia aperea azarea Lichtenstein  
Cavia cutleri King  
Cavia porcellus (Linnaeus)  
Cavia cobayo

El cuy descende de una Prea peruana, conocida en su estado salvaje con el nombre de *Cavia cutleri*, esta fue domesticada primeramente por los antecesores de los incas y pueblos afines de la región andina, en tiempos muy remotos. Los primeros cronistas españoles refieren que los que se criaban en las oscuras casas de los indígenas eran pardos o rojizos y de gran tamaño; era el único animal domesticado, aparte de la llama, utilizado para consumo humano. Osamentas halladas en tumbas precolombinas muestran que el cuy de esa época tenía tamaño y peso doble del actual (Aliaga *et al.* 2009).

El peso al nacer del cuy depende del nivel de nutrición de la madre y del número de crías por camada, siendo los unigénitos los de más peso al nacer. Son animales que crecen muy rápidamente pudiendo duplicar su peso a la semana de nacidos, ya que disponen de una leche materna de extraordinaria calidad; nacen con los ojos abiertos, provistos de pelo, pueden caminar inmediatamente después del parto y pueden comer forraje y concentrado por su propia cuenta a las pocas horas de nacidos (Caycedo 2000).

## **2.2. VENTAJAS DE LA CRIANZA DE CUY**

Por su capacidad de adaptación a diversas condiciones climáticas, podemos encontrar cuyes desde la costa hasta una altura de 4500 metros sobre el nivel del mar, tanto en zonas frías como cálidas (Chauca 1997).

En el Perú no hay la costumbre de criar cuyes en la selva, pero debido a la migración que se ha dado en las últimas décadas ya hay una pequeña población de cuyes en selva (Gil, 2007). La importancia del cuy está dada por su rápida crianza, su fácil alimentación, el valor nutritivo de su carne e incluso por el estiércol que produce que es de excelente calidad. Son animales pequeños, que requieren de poco espacio para su crianza y son muy dóciles. El cuy es un animal herbívoro por excelencia que siempre preferirá el forraje ante cualquier otra oferta de alimento (Coronado 2007).

El cuy tiene el ciego muy desarrollado y con presencia de flora bacteriana, la cual es altamente predominante; además, presenta protozoarios principalmente del tipo *Entodinium*, *Diplodinium*, *Isotricha* y *Dasitricha*, todos son responsables de la fermentación de los alimentos fibrosos (Caycedo *et al.* 1992, citado por Aliaga *et al.* 2009). Con respecto a la capacidad fermentativa del tracto digestivo, el cuy alcanza valores de 46% en el ciego y de 29% en el colon, valores superiores al del equino con 15% y al del conejo con 43% en el ciego (Aliaga *et al.* 2009).

Se ha demostrado que el cuy adulto puede mantener su peso corporal y los cuyes jóvenes continuar creciendo normalmente con una dieta rica en celulosa. En una investigación realizada por Hirsch (1973), citado por Lammers *et al.* (2009) las dietas basales de los cuyes se diluyeron con 50 por ciento de celulosa reduciéndose en 40 por ciento las calorías, sin

embargo, las curvas de crecimiento de los cuyes se mantuvieron sin incrementar el consumo de alimento. Esto demuestra que los cuyes pueden obtener más calorías de la celulosa que la mayoría de las especies no rumiantes. Se ha demostrado que el ciego de los cuyes tiene una concentración de ácidos grasos de cadena corta similares a los de los encontrados en el tracto gastrointestinal de los bovinos. La absorción y metabolismo de estos ácidos grasos de cadena corta son probablemente el mecanismo por el cual los cuyes utilizan la celulosa y otros polisacáridos sin almidón (Henning and Hird 1970; citados por Lammers *et al.* 2009).

Los cuyes son animales que presentan celo post parto. Si no son fecundadas en el celo post parto vuelven a ovular a los 16 días (Lammers *et al.* 2009). Son muy prolíficos, pariendo a veces hasta 8 crías por parto, aunque el promedio es de 2.5 a 3.5 crías por parto (Aliaga 1993). El periodo de gestación es de 68 días; las crías nacen con pelos, caminan, y a las pocas horas ya comen solas. El destete se puede efectuar a los diez días de nacidos. En un año una madre puede tener de 4 a 5 partos. El cuy puede vivir de 6 a 8 años, pero no es recomendable criarlos tanto tiempo porque con la edad disminuye su productividad (Aliaga *et al.* 2009). Según Zaldívar y Chauca (1975), la edad productiva recomendable del cuy es de 18 meses.

El cuy es un animal que crece rápido porque se alimenta de día y de noche (Aliaga *et al.* 2009). Aliaga (1979) menciona que el cuy realiza la cecotrofia como un mecanismo de compensación biológica que le permite al cuy el máximo aprovechamiento de sus productos metabólicos, ante la desventaja nutricional que representa el hecho de que esta ocurra en las porciones posteriores del tracto gastrointestinal. Al respecto, Zaravia (1994, citado por Aliaga *et al.* 2009) manifiesta que los cecotrofos permiten aprovechar la proteína contenida en las células de las bacterias presentes en el ciego, así como también reutilizar el nitrógeno proteico y no proteico que no alcanza a ser digerido en el intestino delgado. La alimentación es sumamente importante en la producción y rentabilidad de cuyes representando del 70-80% del costo de producción (Coronado 2007).

Desde hace muchos años se ha hecho mejoramiento genético en el cuy, obteniéndose líneas de cuyes con mejores características y conversiones alimenticias que los cuyes criollos. Los cuyes mejorados tienen una conversión alimenticia más alta que los cuyes criollos (Aliaga *et al.* 2009).

Los cuyes por ser animales menores son ideales para explotaciones mixtas. Los sistemas de crianza mixtos tienen la cualidad de aprovechar el espacio al máximo y optimizan la utilización de la energía y el reciclaje de nutrientes utilizando insumos internos (Argote y Cuervo 2011).

Se necesita un bajo nivel de inversión inicial para iniciar una crianza de cuyes, con flexibilidad en cuanto a las instalaciones que requieren y al manejo que necesitan. Tienen un rápido crecimiento que incrementa la población en corto tiempo y su carne tiene un alto valor en el mercado (Argote y Cuervo 2011). Estas características lo hacen ideal para la seguridad alimentaria de las poblaciones pobres (Chauca 1997).

Los rumiantes como las vacas, cabras y ovejas son eficientes convertidores de material vegetal celulósico en proteínas altamente digeribles. Estas especies animales producen leche, carne y dinero a los productores, pero debido a su largo ciclo reproductivo y periodo de crecimiento no son de tanta utilidad para pequeños productores que necesitan animales más pequeños con tiempos de reproducción y crecimiento más cortos (Tabla 1) para obtener ganancias más rápidas.

**Tabla 1: Características de Reproducción y Crecimiento de diferentes especies animales para la producción de carne**

	Edad reproductiva (días)	Ciclo estrol (días)	Periodo de gestación (días)	Tamaño de camada N°	Edad comercial (días)	Peso comercial (Kg)	Rendimiento carcasa
Vacuno	440	19	280	1-2	550	570	56
Aves de corral	150	Continuo	21	6-9	70	1.7	76
Cabra	360	20	150	1-3	244	30	50
Cuy	90	16	68	3-4	90	1.1	56
Conejo	180	Continuo	30	5-8	120	2	55
Cerdo	220	21	114	8-10	210	100	70
Oveja	300	16	147	1-3	236	43	54

Fuente: Lammers *et al.* (2009)

El cerdo es la carne más consumida mundialmente y tiene una buena conversión alimenticia, sin embargo, su alimentación compite directamente con la de los seres humanos y por más que los cerdos son buenos recicladores de alimentos es probable que un pequeño productor

no produzca los residuos suficientes para alimentarlos (Lammers *et al.* 2009). Por otro lado, siendo un animal de tamaño grande es menos probable que se utilice totalmente para el autoconsumo y su venta es todo un evento (Bolton y Calvin 1981).

Las aves de corral son una buena alternativa para los pequeños productores, aunque no llegan a tener una buena conversión alimenticia y tienen una alta mortalidad. Los cuyes son animales pequeños, que requieren de poco espacio para su crianza y que pueden alimentarse de residuos vegetales, forraje y algunos granos. Tienen un excelente valor nutricional y un tamaño ideal para el autoconsumo y se pueden vender fácilmente para obtener dinero. Es por estos motivos que se considera que los cuyes pueden ser una alternativa para la seguridad alimentaria de poblaciones rurales. Bajo el contexto de la producción de carne tanto para el autoconsumo como para la venta, especies pequeñas que se reproducen rápido y se alimentan con dietas ricas en forraje son las más indicadas. Los cuyes son una especie que presenta todas estas condiciones (Lammers *et al.* 2009).

### **2.3. CARCASA Y CARNE DE CUY**

Podemos definir la carcasa de cuy como el resultado del animal beneficiado, desangrado y escaldado (60-70 °C por 45-60 segundos), sin pelos, sin cabeza (separada en la articulación atlanto-occipital), sin autópodos (separados en las articulaciones carpo-metacarpiana y tarso-metatarsianas) y sin vísceras. La carcasa mantiene la piel, las porciones laterales del diafragma y los depósitos grasos perirrenales y pélvicos. Cualquier alteración de la carcasa con respecto a esta definición debe ser mencionada (Sánchez-Macías *et al.* 2016).

El rendimiento de la carcasa depende de la genética del animal, el tipo de alimentación (solo forraje, mixta), el genotipo y el tiempo de vida del animal (Higaonna *et al.* 2006).

El rendimiento de la carcasa es la expresión porcentual de la relación entre el peso de la carcasa y el peso vivo del animal (Pardo 1996, citado por Hernández 2015). La eficiencia de la crianza del animal en cuanto a alimentación y tiempo de crianza se mide por el rendimiento y la composición de la carcasa (Osorio *et al.* 1997, citados por Hernández 2015).

Según Chauca (1997), los cuyes criollos tienen un rendimiento de carcasa del 54.4 por ciento mientras que los cuyes mejorados tienen un rendimiento de carcasa del 67.3 por ciento. Así mismo, los cuyes alimentados solo con forraje tienen un rendimiento de carcasa del 56.5 por ciento mientras que los alimentados con forraje y concentrado (alimentación mixta) tienen un rendimiento de carcasa del 65.7 por ciento.

La edad del animal también influye en el rendimiento de carcasa. Higaonna *et al.* (2006) encontraron trabajando con diferentes tipos de cuyes criollos un rendimiento de carcasa promedio en animales jóvenes (13 semanas) de 67.6 por ciento y en los de saca de 69.4 por ciento (18 meses).

Normalmente los animales que salen al mercado son cuyes jóvenes, no mayores a tres meses de edad que todavía no han entrado a su fase reproductiva. A estos animales se les denomina en el mercado machos parrilleros. Estos animales tienen una carne muy tierna, de fácil cocción (Higaonna *et al.* 2006). Los machos parrilleros se faenan idealmente máximo a las 10 semanas con pesos promedio de 900 g (Chauca 1997).

Los machos de saca que también salen al mercado, son los animales reproductores que se retiran del plantel reproductivo al finalizar la etapa reproductiva de las hembras. Son menores a los 18 meses de edad porque se retiran antes que las hembras tengan su último parto. Tienen una carne más dura, que requiere de mayor cocción. También salen al mercado las hembras de saca, que son las hembras reproductoras menores a 18 meses que ya no salen preñadas después del cuarto o quinto parto. Tienen la carne más dura, al igual que la de los machos de saca y necesitan mayor cocción. Tanto los machos de saca como las hembras de saca tienen un tamaño mucho mayor que los cuyes parrilleros (Higaonna *et al.* 2006).

Higaonna *et al.* (2006) encontraron un rendimiento de carcasa para machos parrilleros eviscerados de 67.5 por ciento en la línea Perú, 68.1 por ciento en la línea Andina y 66.8 por ciento en la línea Inti (Tabla 2) y para machos de saca encontraron rendimientos de carcasa eviscerada de 67.9 por ciento para la línea Perú, 67.6 por ciento para la línea andina y 68.1 por ciento para la línea Inti (Tabla 3), mientras que para hembras de saca, encontraron

rendimientos de carcasa eviscerada de 67.6 por ciento para la línea Perú, 67.1 por ciento para la línea andina y 69.2 por ciento para la línea Inti (Tabla 4).

**Tabla 2: Características de la carcasa de seis genotipos de cuyes machos parrilleros (3 meses de edad)**

Carcasa (porcentaje)	GENOTIPO					
	Perú	Andino	Inti	Tipo 2	Tipo 4	Criollo
Eviscerado	67.5	68.1	66.8	62.2	65.3	62
Con vísceras rojas	70.8	71.4	70.7	67.4	70.3	68.2
Peso vivo (g)	1220.6	1034.5	990.2	881.4	972.4	746.5

Fuente: Higaonna *et al.* (2006)

**Tabla 3: Características de la carcasa de seis genotipos de cuyes machos de saca**

Carcasa%	GENOTIPO					
	Perú	Andino	Inti	Tipo 2	Tipo 4	Criollo
Eviscerado	67.9	67.6	68.1	65.6	70.1	60.6
Con vísceras rojas	72.2	72.3	72.7	70.5	75	66.1
Peso vivo (g)	1944.6	1495.7	1545.6	1691.2	1603.7	995.9

Fuente: Higaonna *et al.* (2006)

**Tabla 4: Características de la carcasa de seis genotipos de cuyes hembras de saca**

Carcasa	GENOTIPO					
	Perú	Andino	Inti	Tipo 2	Tipo 4	Criollo
Eviscerado	67.6	67.1	69.2	62.6	65.2	61.1
Con vísceras rojas	72.5	72.3	74.1	67.8	70.6	67
Peso vivo (g)	1600.8	1414.6	1537.3	1264.2	1343	799.5

Fuente: Higaonna *et al.* (2006)

Higaonna *et al.* (2008) determinaron la composición porcentual de la carcasa eviscerada (sin cabeza y sin patas) de seis genotipos diferentes de cuyes y por edades (machos parrilleros y animales de saca). Tomaron en cuenta el porcentaje de piel, grasa de cobertura, hueso y músculos. Encontraron para machos parrilleros un promedio de 15.04 por ciento de piel, 4.53 por ciento de grasa, 11.10 por ciento de hueso, 69.33 por ciento de musculo. Para



machos de saca encontraron un promedio de 13.95 por ciento de piel, 12.25 por ciento de grasa, 9.17 por ciento de hueso, 64.64 por ciento de musculo. Para hembras de saca encontraron un promedio de 13.91 por ciento de piel, 14.43 por ciento de grasa, 8.89 por ciento de hueso, 62.78 por ciento de musculo.

Por otro lado, Hernández (2015) encontró la composición relativa de la carcasa de cuyes (hembras y machos de 3 y 12 meses de edad) en 44-48 por ciento musculo, 15-20 por ciento hueso, 5.85-12 por ciento grasa total, 0.4-1.05 por ciento grasa perirrenal, 1.4-2.2 por ciento despojos y 18-21 por ciento piel.

### **2.3.1. Parámetros fisicoquímicos relacionados a la carne de cuy**

El pH, la capacidad de retención de agua y el color son parámetros fisicoquímicos relacionados con la calidad de la carne. La carne es el resultado de cambios post mortem caracterizados por dos tipos de eventos bioquímicos: el rigor mortis y el proceso de maduración de la carne.

La primera etapa es la acidificación muscular. El pH del musculo es un indicador del tipo de fibra que tiene y de sus reservas de energía. Las reservas de energía estarán relacionadas al tratamiento anterior al faenamamiento dado al animal tanto como a factores de su alimentación (Hulot y Ouhayoun 1999).

El pH muscular es también un predictor de algunas características de calidad de la carne. La variación post mortem del pH se caracteriza por su nivel de disminución que estará en relación a la cantidad de glucógeno desdoblado o de lactato producido (Hulot y Ouhayoun 1999). Según Adegoke y Falade (2005), las hormonas que circulan en la sangre pueden ser responsables de la disminución del pH muscular.

El pH tiene una influencia importante en mantener la calidad de la carne. Afecta la estructura de las proteínas y la capacidad de retención de agua y también afecta las características sensoriales de la carne, el color y la terneza principalmente (Hulot y Ouhayoun 1999).

Según Grandin (2001), los animales que pasan por un estrés agudo tienen una menor cantidad de glucógeno y el pH en estos animales disminuye rápidamente. Estos cambios ocasionan la precipitación de las proteínas sarcoplásmicas y miofibrilares produciendo una pérdida en la capacidad de retención de agua de la carne.

La maduración de la carne ocurre después del rigor mortis. La capacidad de retención de agua (CRA) mide la capacidad de la carne de retener en condiciones definidas su contenido de agua o aquella que se le haya añadido. Afecta la apariencia de la carne fresca y la ternura de la carne cocida mediante pérdidas durante su cocción (Hulot y Ouhayoun 1999).

Hamm (1960) determinó que la carne de aquellos animales agotados previo al faenamiento, con bajas reservas de glucógeno y pH alto presentaba una CRA elevada y por lo tanto una consistencia dura y seca.

El color de la carne depende de su nivel de mioglobina, su estado de óxido-reducción y el grado de oxidación del átomo de hierro en la molécula heme y de una posible desnaturalización de la globina. El brillo de la carne aumenta conforme el músculo se acidifica. La acidificación causa que las miofibrillas musculares se encojan y por ende el reflejo de la luz sobre la superficie aumenta. Cualquier factor (stress o fatiga) que cause la disminución de las reservas de glucógeno antes del faenamiento incrementará el pH y al mismo tiempo disminuirá el brillo de la carne (Hulot y Ouhayoun 1999).

#### **2.4. VALOR NUTRICIONAL DE LA CARNE DE CUY**

La carne de cuy constituye un producto nativo de alto valor nutritivo, bajo costo de producción (en condiciones familiares) y facilidad de crianza para el poblador andino, ya que representa una de sus principales fuentes de proteínas (Rosenfeld 2008).

El valor nutricional de la carne de cuy se fundamenta en su calidad proteica, su bajo contenido en grasa y colesterol. Tiene gran potencial en el mercado ya que actualmente se ha generado una preferencia entre los consumidores por la carne de cuy debido a su bajo contenido en calorías, grasas y su alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados. Además, sus proteínas tienen un alto valor biológico y alta digestibilidad. La carne de cuy también es

rica en vitaminas liposolubles (A,D,E,K) (Inoue *et al.* 2002).

La carne de cuy a nivel nutricional tiene ventajas comparativas con respecto a otras carnes, como la presencia de menor porcentaje de grasa y calorías. Los datos de ventajas comparativas se pueden observar en la Tabla 5.

**Tabla 5: Composición comparativa de carnes de diferentes especies**

Especie	Proteína	Grasa	Calorías/100 g
Cuy	19	1.6	96
Pollo	21.4	3.1	119
Porcino	21.4	5.7	143
Ovino	20.6	4.5	128
Vacuno	21.3	1.6	105

Fuente: Reyes *et al.* (2017).

Como alimento el cuy tiene una carne muy saludable por ser baja en grasas y calorías y tener proteínas de muy alta calidad y digestibilidad. El contenido de colesterol (65 mg/100 g) y sodio de la carne de cuy es bajo y tiene vitaminas del complejo B (15 mg/100 g) (Crespo 2012). La carne de cuy además tiene ácidos grasos linoleico y linolénico esenciales para el ser humano. Estos ácidos grasos son precursores del ácido graso araquidónico (AA) y ácido graso docosahexaenoico (DHA) sustancias vitales para el desarrollo de las neuronas del ser humano entre otras funciones muy importantes (Zoetecnocampo 2011, citado por Avilés-Esquivel *et al.* 2014).

Higaonna *et al.* (2008) encontraron en cuyes parrilleros (3 meses de edad) un contenido de proteínas de 19.58 por ciento, de grasa de 2.64 por ciento entre otros nutrientes (Tabla 6).

**Tabla 6: Composición Química del musculo de cuy**

	Humedad (porcentaje)	Mat. Seca (porcentaje)	Proteína (porcentaje)	Grasa (porcentaje)	Cenizas (porcentaje)	Calcio (mg/100g)	Fosforo (mg/100g)	Hierro (mg/100g)	Potasio (mg/100g)	Sodio (mg/100g)
Cuy parrillero	75.75	24.25	19.58	2.64	1.13	13.56	89.60	1.18	240.00	210.00

Fuente: Higaonna *et al.* (2008)

Kajjak (2003) en un comparativo de líneas de cuyes de 13 semanas de edad en Huancayo encuentra una variación del contenido de proteínas de la carne de las diferentes líneas de cuyes de 22.67 a 25.02 por ciento y una variación en el contenido de grasa de 6.86 a 11.6 por ciento (Tabla 7).

**Tabla 7: Composición química porcentual de la carne de tres líneas de cuyes**

Línea	Proteína	Grasa	Minerales
Mantaro	25.02	6.86	0.94
Saños	24.77	11.29	1.01
Tipo 1	22.67	11.6	0.96

Fuente: Kajjak (2003)

Por el otro lado, el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (2017) refiere que la carne de cuy tiene 19 por ciento de proteínas, 1.6 por ciento de grasa entre otros nutrientes (Tabla 8).

**Tabla 8: Composición química de la carne de cuy**

Energía	96	Kcal
Humedad	78.1	g/100g
Proteínas	19	g/100g
Grasa	1.6	g/100g
Carbohidratos	0.1	g/100g
Cenizas	1.2	g/100g
Calcio	29	mg/100g
Fosforo	258	mg/100g
Zinc	1.57	mg/100g
Hierro	1.9	mg/100g
Tiamina	0.06	mg/100g
Riboflavina	0.14	mg/100g
Niacina	6.5	mg/100g

Fuente: Reyes *et al.* (2017)

Es importante saber la edad del animal que se utiliza para realizar el análisis proximal de la carne de cuy ya que con la edad del animal la humedad de la carne se reduce y se incrementan los valores de proteína y grasa (Higaonna *et al.* 2008). El cuy que usualmente se consume es el de tres meses de edad ya que su carne y piel son más tiernos y suaves (Aliaga *et al.* 2009). La piel del cuy también se consume junto con la carne. Higaonna *et al.* (2008) reportan

valores de 33.25% de proteína y 5.99% de grasa para la piel de cuy. La piel del cuy representa un 15% de la carcasa del animal (Higaonna *et al.* 2008).

La sangre de cuy contiene la enzima alfa asparaginasa, que parece tiene efecto en la reducción de tumores cancerígenos por lo que el consumo de cuy se recomienda para personas con cáncer (Avilés-Esquivel *et al.* 2014).

## **2.5. PROBLEMÁTICA DE LA SOYA**

La soya, *Glycine max* (L.), es una leguminosa originaria de la China, cultivada desde el año 3000 A.C. por su alto valor de proteínas (40 por ciento) y de grasas (20 por ciento) es muy utilizada para la alimentación animal y humana. De la soya se puede extraer aceite, torta y harina. Es un cultivo muy explotado a nivel mundial ya que 77 por ciento de la producción de soya se destina para la alimentación animal (Ritchie y Roser 2021). Los principales productores del frijol a nivel mundial se concentran principalmente en Estados Unidos, Brasil, China y Argentina, quienes exhiben un crecimiento sostenido de la producción desde 1961 (Mesa 2014).

El cultivo de soya se ha ido incrementando desde los años 90. Para el año 2000 la soya incremento su producción 1.5 veces con respecto a 1990 (Mesa 2014) y su valor económico para el 2012 se multiplico por 2.3 (García Fernández *et al.* 2014). Este incremento en la demanda de soya se debe al aumento de la demanda de alimentos dada por el crecimiento económico sostenido de los grandes países de Asia (China e India principalmente) que trae un aumento de la demanda de recursos. Este crecimiento también está influenciado por la utilización de granos como biocombustible y por la especulación financiera en los mercados de futuros de *commodities* agrícolas y la pérdida de valor del dólar (IAASTD 2013; FAO 2013; citado por García Fernández *et al.* 2014). El mayor peligro del cultivo de soya es que en los últimos años se ha expandido el cultivo de soya en los trópicos (Brasil mayormente) a costa de la deforestación de los bosques naturales y la biodiversidad de los mismos (Ritchie y Roser 2021)

Según las Naciones Unidas, las tierras cultivables ocupan aproximadamente el 12 por ciento de las tierras libres de hielo del planeta y las pasturas ocupan el 26 por ciento. Sumando ambos tenemos que el 38 por ciento de la superficie de la tierra libre de hielo está destinada a la agricultura. Este es el porcentaje de uso más alto del planeta destinado a una sola

actividad (Foley *et al.* 2011). Del total de las tierras cultivables del planeta, el 5 por ciento está destinado al cultivo de soya (LEFF). Del total de soya cultivada, el 77 por ciento está destinada para la alimentación de animales, 19 por ciento para consumo humano y 4 por ciento para uso como biodiesel. En el caso de los animales menores, 4.9 por ciento de la producción de soya se utiliza para su alimentación (Ritchie y Roser 2021).

Debido a sus características nutricionales la soya es una materia prima muy importante para la industria de aceites vegetales y para la alimentación animal y ahora también está siendo importante en la producción de biodiesel. Todo esto ha incrementado el interés en su cultivo en muchas naciones (García Fernández *et al.* 2014).

Las áreas de terreno dedicadas exclusivamente a la producción de soya están sufriendo de los efectos muy conocidos de los monocultivos, incluyendo una destrucción de la biodiversidad, reducción de la fertilidad del suelo y disminución de los recursos hídricos. La soya es un cultivo que requiere de mucho terreno y agua para crecer por esto tiene un impacto ambiental elevado (Charlton *et al.* 2015). Es por esto que los insumos derivados de la soya son clave para el futuro.

Estados Unidos, Argentina y Brasil son los mayores productores de soya a nivel mundial (Boerema *et al.* 2016). Estos tres países prácticamente abastecen a la mayoría del resto del mundo de soya. Esta también es una razón para buscar fuentes alternativas para la alimentación animal. La producción de ganado en el hemisferio occidental está consumiendo el 85 por ciento de la producción global de soya para la producción de alimento concentrado, no permitiendo que esa soya sea para uso humano (Spranghers *et al.* 2017).

Según OECD-FAO (2012), se espera que hasta el 2025 el precio mundial de la soya y sus derivados se mantenga con una tendencia estable. Este pronóstico muestra que los precios de la soya y sus derivados se mantendrán elevados sin proyección a la disminución, manteniéndose la soya probablemente dentro de los primeros lugares de los agroalimentos exportados e importados (Mesa 2014).

La producción de alimentos para los seres humanos impone a nivel global una fuerte presión en el uso de los suelos y el agua. Se estima que alrededor de  $\frac{3}{4}$  de la superficie agrícola del planeta se destina indirecta o directamente para la producción animal (Foley *et al.* 2011). Se estima que la producción de proteína animal requiere de 5 a 20 veces más agua que la producción de proteínas de cereales (Chapagain y Hoekstra 2003; Charlton *et al.* 2015) Si incluimos la cantidad de agua necesaria para la producción de forraje y granos el número se incrementa 100 veces (Pimentel y Pimentel 2003) y esto tiene un efecto considerable sobre los recursos hídricos del planeta.

Uno de los grandes retos del siglo 21 es cubrir los requerimientos alimentarios de la población mundial reduciendo simultáneamente la presión medio ambiental que ejerce la agricultura sobre el planeta (Foley *et al.* 2011). Se deben encontrar fuentes de proteína para la alimentación animal que no ejerzan presión sobre el medio ambiente por su producción y estén a un precio alcanzable. Esto ayudará tanto a la seguridad alimentaria del planeta como al medio ambiente. En este contexto, los insectos son una excelente alternativa.

## **2.6. HARINA DE INSECTOS COMO FUENTE DE PROTEÍNAS**

Más de 1 billón de personas sufren de hambre crónico en la actualidad y se espera que la población mundial crezca de 6.8 billones de personas a 9 billones hacia el 2050 (FAO 2011). La FAO está anticipando que la producción de alimentos tendrá que incrementarse de 70 a 100 por ciento para aliviar a las personas que sufren de hambre actualmente y alimentar a los 2 billones adicionales de personas que habrá hacia el 2050 (Stamer 2015). Incrementar la producción en la misma área de terreno sin impactar seriamente en el medio ambiente requiere de una nueva visión de la producción de alimentos que implica mejorar el reciclaje de los recursos y residuos disponibles (Stamer *et al.* 2014)

Actualmente los ingredientes con aporte proteico más importantes en la crianza de animales son la harina de soya, harina de pescado y proteínas animales procesadas (Veldkamp y Bosch 2015).

La harina de pescado es especialmente importante para alimentar peces. La producción anual de harina de pescado requiere de 16 a 17 millones de toneladas de peces capturados solo con

ese propósito y más de 5 millones adicionales de recortes de pescado. Más del 90 por ciento de la harina de pescado y aceite de pescado producido se utiliza para alimentar peces en granjas para consumo humano. Viendo en perspectiva que las empresas de pesca cada vez tienen más problemas para obtener peces, cada año se tiene que hacer más esfuerzo para sostener los volúmenes de pescado necesarios para el consumo humano. Esto es un círculo vicioso que ha logrado que las dietas de los peces de granjas comerciales cada vez tengan menos harina de pescado y más productos derivados de la soya. Lo más difícil será garantizar la capacidad global para producir suficiente alimento animal (sobre todo proteínas) evitando la competencia con la alimentación de los seres humanos. Los insectos ya han sido propuestos como una alternativa proteica eficiente y de alta calidad para animales como aves, peces y cerdos (Schiavone *et al.* 2017). Los insectos tienen además la ventaja de reciclar residuos alimentarios (Stamer 2015).

La mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) es uno de los insectos más prometedores para la utilización de insectos como fuente de proteínas. *H. illucens* no es ni una plaga ni un vector de enfermedades y sus larvas son omnívoras y muy resistentes a enfermedades (Stamer *et al.* 2014). La mosca soldado negra (*H. illucens*) crece normalmente en residuos no aptos para la alimentación humana (residuos de plantas procesadoras de alimentos, restos orgánicos) logrando niveles altos de crecimiento con una buena conversión alimenticia. Utilizando diferentes residuos de la industria alimentaria (con diferentes contenidos de grasa) como sustrato para alimentar a *H. illucens* se hallaron niveles de conversión alimenticia de entre 1.4 a 2.6 (Schiavone *et al.* 2017).

Las larvas ya crecidas de *H. illucens* producen una biomasa que contiene 40-45 por ciento de proteína cruda con un perfil de amino ácidos similar o mejor al de la harina de soya (Tabla 9) (Barragan-Fonseca *et al.* 2017; Veldkamp y Bosch 2015). La composición de amino ácidos de la harina de *H. illucens* es rica en metionina y lisina (9.05 y 22.3 g/kg BS respectivamente) reportándose niveles iguales o superiores a los de la soya (Schiavone *et al.* 2017). Adicionalmente, las larvas de mosca soldado negra contienen de 15-49 por ciento de grasa en base seca (Tabla 10) (Makkar *et al.* 2014; Spranghers *et al.* 2017), la cual puede ser separada y utilizada para la preparación de biodiesel mientras que la harina desgrasada se puede utilizar como suplemento alimenticio para varias especies animales (Newton *et al.* 1977; Stamer *et al.* 2014; Dabbou *et al.* 2018).



**Tabla 9: Perfil de amino ácidos de harina de larvas de *H. illucens***

<b>AMINOACIDOS</b>	<b>g/100g harina de <i>H. illucens</i></b>
Acido aspártico	6.56
Treonina	2.77
Serina	3.02
Acido glutámico	6.95
Glicina	4.53
Alanina	4.41
Cisteína	0.39
Valina	4.51
Metionina	1.25
Metionina+cisteína	1.64
Isoleucina	3.15
Leucina	5.07
Tirosina	4.48
Fenilalanina	2.83
Fenilalanina+tirosina	7.31
Histidina	2.08
Lisina	3.63
Arginina	3.33
Prolina	4.08

Fuente: Stamer (2015)

**Tabla 10: Perfil de ácidos grasos de harina de larvas de *H. illucens***

<b>NOMBRE COMUN: ÁCIDO GRASO</b>	<b>NOMENCLATURA INTERNACIONAL</b>	<b>g/100g ácidos grasos</b>
Ácido láurico	12:0	52.08
Ácido mirístico	14:0	7.94
Ácido palmítico	16:0	10.95
Ácido palmitoleico	C9-16:1	2.46
Ácido esteárico	18:0	1.28
Ácido oleico	C9-18:1	13.8
Ácido linoleico	C9, c12-18:2	5.74
Ácido araquidónico	20:4n-6	0.27
Ácido alfa linolénico	18:3(n-3)	0.81
Ácido eicosapentanoico	20:5n-3	0.12

Fuente: Stamer (2015)

Las larvas de mosca soldado negra pueden crecer en sustratos de residuos orgánicos de diferentes fuentes como restos vegetales, residuos de restaurantes entre otros (Spranghers *et al.* 2017). Esto es interesante ya que pueden transformar residuos con un impacto ambiental en un producto rico en nutrientes y el sustrato final puede utilizarse como abono orgánico (Lalander *et al.* 2015).

La eliminación de lípidos de las larvas de *H. illucens* da como resultado harina desgrasada con niveles de proteína más altos (476 a 583 g/kg BS), sobrepasando los niveles de proteína encontrados en la harina de soya. Henry *et al.* (2015), sugirieron que era importante utilizar la harina de insectos desgrasada de tal modo que los lípidos resultantes pudieran ser utilizados tanto en alimentación animal como en la producción de biodiesel (Schiaivone *et al.* 2017).

Schiaivone *et al.* (2017) encontraron en su investigación donde alimentan pollos de engorde con harina de *H. illucens* parcialmente desgrasada y altamente desgrasada, que ambas muestran una proteína cruda mayor a la que contiene la harina de soya. La harina de *H. illucens* altamente desgrasada (655g/kg en BS de proteína cruda) tiene valores de proteína similares a los de la harina de pescado.

El contenido de lípidos en la harina de *H. illucens* puede variar según el sustrato alimenticio utilizado. Tschirner y Simon (2015) en su investigación donde alimentan larvas de *H. illucens* en sustratos con diferentes valores de extracto etéreo (EE), mezcla de residuos de cascara y granos de cereales (EE: 5.9 por ciento BS), residuos de granos de destilación con solubles (EE 8.4 por ciento BS) y pulpa de remolacha seca (EE 1.1 por ciento BS) encontraron contenidos de EE en las larvas de *H. illucens* de 30.8 por ciento, 38.6 por ciento y 3.4 por ciento respectivamente.

El uso de larvas de *H. illucens* como alternativa a la harina de soya en dietas de algunos animales monogástricos ha demostrado modular la performance del crecimiento, la digestibilidad de nutrientes y el perfil sanguíneo en pollos (Cutrignelli *et al.* 2018; Maurer *et al.* 2015), cerdos destetados o en engorde (Dabbou *et al.* 2018; Spranghers *et al.* 2017), y en las características de la carcasa y carne de pollos (Cullere *et al.* 2017) sin efectos negativos.

En gallinas ponedoras el reemplazo completo en el alimento de la harina de soya por harina de larvas de *H. illucens* disminuyó en el huevo y suero de las gallinas los niveles de colesterol y triglicéridos (Marono *et al.* 2017). En cerdos en crecimiento, la inclusión en la dieta de larvas de *H. illucens* incrementaron en el suero la concentración lipoproteínas de alta densidad (Zhang *et al.* 2018), sugiriendo que existe un impacto de las larvas *H. illucens* en el metabolismo de lipoproteínas. En pollos de engorde se observó para la ganancia diaria de peso una respuesta lineal y cuadrática a la inclusión de harina de larvas de *H. illucens* (0%,5%,10% y 15%) en la dieta, con un máximo encontrado para el grupo con 10 por ciento durante los periodos de inicio y crecimiento (Dabbou *et al.* 2018). En gallinas ponedoras suplementadas con 1 o 5 por ciento de harina de larvas de *H. illucens* también se encontró que incrementaron su productividad y crecimiento (Al-Qazzaz *et al.* 2016).

Yu *et al.* (2019) encontraron que la inclusión de 4 por ciento de harina de larvas de *H. illucens* en la dieta de cerdos de acabado aumenta el incremento diario de peso y mejora parcialmente las características de la carcasa y composición química muscular mientras que reduce la conversión alimenticia. Esta investigación es la primera evidencia que la inclusión en la dieta de 4% de harina de larvas de *H. illucens* afecta la calidad de la carne mejorando la regulación de la expresión de genes relacionados al potencial lipogénico de las fibras musculares en el musculo *Longissimus thoracis* de cerdos de acabado. Estos hallazgos nos dan una nueva perspectiva de la harina de larvas de *H. illucens* como una alternativa proteica viable para la alimentación en cerdos. Además, reportaron que las larvas de *H. illucens* contienen alrededor de 4.65 por ciento de quitina, la cual no es digestible por animales monogástricos y podría tener efectos negativos en la digestibilidad de nutrientes como proteínas (Longvah *et al.* 2011; Sánchez-Muros *et al.* 2014), concluyendo que probablemente debido al mayor contenido de quitina en la dieta de cerdos de acabado con 8 por ciento de larvas de *H. illucens* no se encontraron efectos positivos en la ganancia de peso de los cerdos de acabado de este grupo.

Según un trabajo de investigación en codornices realizado por Cullere *et al.* (2017) en donde se sustituye 10 y 15 por ciento de proteína y grasa de soya por harina de larvas de *H. illucens* la composición proximal de la carne de codornices, contenido de colesterol y *status* oxidativo no fue afectado por la inclusión de harina de *H. illucens* en la dieta de las codornices (Tabla 11). Las características sensoriales de la carne tampoco fueron afectadas,

sin embargo, si ocurrieron cambios en el perfil de ácidos grasos de la carne de las codornices debido a la inclusión de *H. illucens* en la dieta. La proporción de ácidos grasos saturados y ácidos grasos monoinsaturados en la carne de las codornices se incrementaron en detrimento de los ácidos grasos poliinsaturados desmejorando las cualidades nutricionales de la carne de pechuga de codorniz. La dieta con mayor inclusión de *H. illucens* (15 por ciento) incrementó los contenidos de los aminoácidos alanina, serina, tirosina, treonina, ácido aspártico y de ácido glutámico, mejorando el valor biológico de la proteína de la carne. La composición de la harina de *H. illucens* puede variarse según el sustrato que se utilice para alimentarlas.

**Tabla 11: Efecto de la inclusión de harina de *Hermetia illucens* en la composición proximal (porcentaje), contenido de colesterol (mg/100g carne) y estatus oxidativo (mg MDA/kg carne) de pechuga de codornices japonesa**

	Control	H1	H2
Número de muestras	12	12	12
Agua	75.3	75.4	75.4
Proteína	18.4	18.5	18.5
Lípidos	4.62	4.52	4.56
Ceniza	1.71	1.54	1.62
Colesterol	71.6	73.3	74.9

Fuente: Adaptado de Cullere *et al.* (2017)

H1 y H2 corresponden a dietas con 10 por ciento y 15 por ciento de inclusión de harina de larvas de mosca soldado respectivamente.

Cada muestra corresponde a tres pechugas de codorniz

Según los resultados del trabajo realizado en codornices por Cullere *et al.* (2017), se obtuvieron buenos resultados sustituyendo la soya por harina de larvas de *H. illucens* en la alimentación de codornices, siendo necesario evaluar el sustrato utilizado para alimentar a las larvas de *H. illucens* utilizadas, para que el perfil de ácidos grasos de la carne de codorniz no se altere en forma negativa.

Schiavone *et al.* (2017) en su investigación donde alimentan pollos de engorde sustituyendo la grasa de la soya por diferentes niveles de grasa de larvas de mosca soldado no encontraron diferencias en la composición proximal de la carne de las aves en estudio (Tabla 12).

**Tabla 12: Pérdidas por descongelamiento (porcentaje) y composición proximal (g/100g carne) de carne de pechuga de pollo de engorde alimentados con niveles crecientes de grasa de larvas de mosca soldado**

	Control (C)	50% GLMS (CH)	100% GLMS (H)
Perdidas por descongelamiento	1.83	1.77	2.03
Agua	75.30	76.90	75.60
Proteína cruda	19.40	19.20	19.20
Extracto etéreo	4.05	4.11	3.91
Ceniza	1.28	1.28	1.27

Fuente: Adaptado de Schiavone *et al.* (2017)

GLMS: Grasa de larvas de mosca soldado.

50 por ciento GLMS (CH) reemplazo de 50 por ciento de aceite de soya por grasa de larvas de mosca soldado.

100 por ciento GLMS (H) reemplazo de 100 por ciento de aceite de soya por grasa de larvas de mosca soldado.

En términos generales, los resultados de todas estas investigaciones indican que la harina de larvas de *H. illucens* es una alternativa valiosa como fuente de proteínas en la alimentación de animales monogástricos. Siendo el caso de un animal monogástrico es de esperarse que su alimentación con harina de *H. illucens* de buenos resultados.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN**

La etapa de crianza de los animales destinados para este proyecto se realizó en la granja de cuyes “El Cuyero” ubicada en el distrito de Cieneguilla, departamento de Lima. Los análisis fisicoquímicos (pH, CRA, color) se realizaron en el laboratorio de Análisis Fisicoquímicos, laboratorio de Instrumentación y la Planta Piloto de Alimentos, pertenecientes a la Facultad de Industrias Alimentarias, ubicada en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), distrito de La Molina, departamento de Lima. El análisis proximal, los perfiles de ácidos grasos y perfiles de amino ácidos se realizaron en La Molina Calidad Total Laboratorios-UNALM, ubicado en La Molina, departamento de Lima.

#### **3.2. MATERIALES Y EQUIPOS**

##### **3.2.1. Materia prima**

Se utilizaron para este estudio sesenta (60) cuyes machos destetados de aproximadamente 21 días de nacidos de la raza Perú, criados por el INIA.

##### **3.2.2. Insumos**

- Alimento para cuyes de engorde elaborado por la empresa Alimentos Balanceados Teresa SAC.
- Maíz Chala comprado en el valle del río Lurín (Lima) a diversos agricultores.
- Harina de larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) producida en la Universidad Católica de Santa María, Arequipa con 43.85 por ciento de proteínas, 6.05 por ciento de humedad, 22.12 por ciento de grasa, 10.65 por ciento de cenizas, 17.33 por ciento de hidratos de carbono y 443.80 kcal por 100 g de harina.

### 3.2.3. Materiales

- Comederos de plástico tipo tolva
- Jabas de plástico
- Vaso de precipitado de 25 ml, 50 ml, 100 ml y 250 ml.
- Probeta de 25 ml y 50 ml.
- Micropipetas automáticas de volumen variable.
- Pipeta de 1 ml, 5 ml y 10 ml.
- Bureta de 25 ml y 50 ml.
- Matraz Erlenmeyer de 50 ml, 150 ml, 250 ml y 500 ml.
- Matraz volumétrico de 50 ml y 100 ml.
- Matraz Kitasato de 500 ml.
- Sistema de destilación por arrastre de vapor.
- Sistema digestión
- Balón Kjeldhal
- Extractor Soxhlet
- Crisol de porcelana
- Placa de metal
- Luna de reloj o placa Petri
- Embudo de vidrio
- Tubos de ensayo PYREX (capacidad diversa)
- Tapón de jebe o teflón
- Baqueta de vidrio
- Perlas de vidrio
- Papel filtro Whatman # 41, # 40, #1, #2
- Manguera de jebe o teflón
- Papel parafinado, en trozos de aproximadamente 9 cm x 6 cm
- Papel de tornasol azul
- Cuchillos
- Tablas de picar
- Espátula
- Pinzas
- Tubos de centrífuga
- Arena limpia, lavada con ácido, de medida que paso a través de una malla de 1.4 mm de abertura y que quede sobre una malla de 250  $\mu\text{m}$  de abertura.

- Hielo picado
- Guantes
- Mesa de acero inoxidable
- Utensilios (Tinas, ollas, tazones, entre otros).

#### **3.2.4. Reactivos**

- Ácido sulfúrico 0.1 N (JT Baker)
- Ácido sulfúrico al 96% (Merck)
- Catalizador Kjeldahl (Sigma-Aldrich)
- Hidróxido de sodio al 35-40% P/V (Merck)
- Solución de ácido bórico al 3% (Sigma-Aldrich)
- Indicador (Merck)
- Estándares de aminoácidos (Sigma-Aldrich). Se prepararon estándares individuales de aminoácidos conteniendo 100 micromoles por mililitro en HCl 0.1N de los siguientes aminoácidos: Acido aspártico (asp), ácido glutámico (glu), serina (ser), glicina (gli), treonina (tre), alanina (ala), histidina (his), arginina (arg), valina (val), metionina (met), isoleucina (ile), leucina (leu), fenilalanina (phe), lisina (lis), triptófano (tpf) y asparagina (asn); de dichas soluciones se hicieron mezclas de aminoácidos a diferentes concentraciones.
- Fenilisotiocianato (Sigma-Aldrich)
- Acetonitrilo grado cromatográfico (Merck)
- Trietilamina (Sigma-Aldrich)
- Metanol (Merck)
- Acetato de sodio anhidro (JT Baker)
- Ácido acético (JT Baker)
- Agua desionizada

#### **3.2.5. Equipos para el análisis**

- Potenciómetro (marca SI Analytics, modelo Handy Lab 100 N° 285202370. Alemania)
- Espectrofotómetro (marca MILTON ROY, modelo spectronic Genesys 5. USA)
- Estufa eléctrica (marca HERAEUS, modelo KF-500. Alemania)
- Centrifuga (marca HETTICH, modelo D-78522. Alemania)



- Horno mufla eléctrico (marca AUTONICS, modelo TZ 4ST. Korea del Sur)
- Colorímetro (marca MINOLTA, modelo CR400. Japón)
- Cámara de refrigeración
- Equipo de baño maría (marca MEMMERT, modelo TYP:WB14. Alemania)
- Balanza de precisión digital (marca OHAUS, modelo ARD110. USA)
- Agitador magnético y magneto (marca FISCHER SCIENTIFIC. España)
- Termómetro digital
- Termómetro de Mercurio (marca BOECO. Alemania)
- Cocina eléctrica
- Campana desecadora
- Cromatógrafo de Líquidos (marca Varian, modelo 8500 con espectrofotómetro ultravioleta visible Varian Techtron 635, USA)
- Columna de fase inversa de ODS (marca Nova Pak C18 de 0.39 x 30 cm, tamaño de partícula 5 micras (Waters, USA)
- Precolumna Universal Micro Pak (marca Varian, USA) empacada con fase inversa Vydac, tamaño de partícula 25-37 micras)
- Registrador (marca Servogor, USA).
- Equipo para filtrar solventes y portafiltros para filtrar muestra ( marca Millipore, USA)
- Filtros para agua, solventes y para muestras acuosas (marca Millipore, USA). Diámetro de poro de 0.45 micras.
- Liofilizador (Modelo 6211-0120, marca VirTis, Reino unido,)
- Potenciómetro (modelo 3500, marca Beckman, USA).
- Baño de ultrasonido para la desgasificación de los efluentes (B220, marca Branson, China. Agitador modelo S8223-1, marca Vortex, USA).
- Cutter para carne (marca HOBART, modelo 84145, USA)
- Máquina moladora de carne (marca MAINCA, modelo PM-70, España)

### **3.3. TRATAMIENTOS**

Se utilizaron cuyes destetados de aproximadamente 21 días que fueron separados en tres tratamientos de 20 cuyes cada uno. Los cuyes se engordaron en pozas de ladrillo de 1 m x 1 m x 0.50 m de altura. Se colocaron 10 cuyes por poza. Cada cuy estaba aretado para su identificación.

Los cuyes fueron alimentados con alimento balanceado y forraje (chala) mañana y tarde durante todos los días. El alimento balanceado varió entre los tratamientos. El tratamiento control (Tcontrol) consistió en proveer a los cuyes alimento balanceado de engorde tradicional, con el 100 por ciento de su proteína proveniente de la soya. El tratamiento 1 (T1) consistió en proveer a los cuyes alimento balanceado de engorde con 50 por ciento de la proteína proveniente de la soya y el otro 50 por ciento de la proteína proveniente de la harina de larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) y el tratamiento 2 (T2) consistió en proveer a los cuyes con alimento balanceado de engorde con 100 por ciento de la proteína proveniente de la harina de larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*).

El alimento balanceado de engorde utilizado aportó un porcentaje de proteínas de 15 por ciento para todos los tratamientos. En la Tabla 13 se detallan los ingredientes utilizados en el alimento de engorde. Se registró el peso semanal de los cuyes. Los cuyes fueron faenados a las 13 semanas de iniciado el engorde.

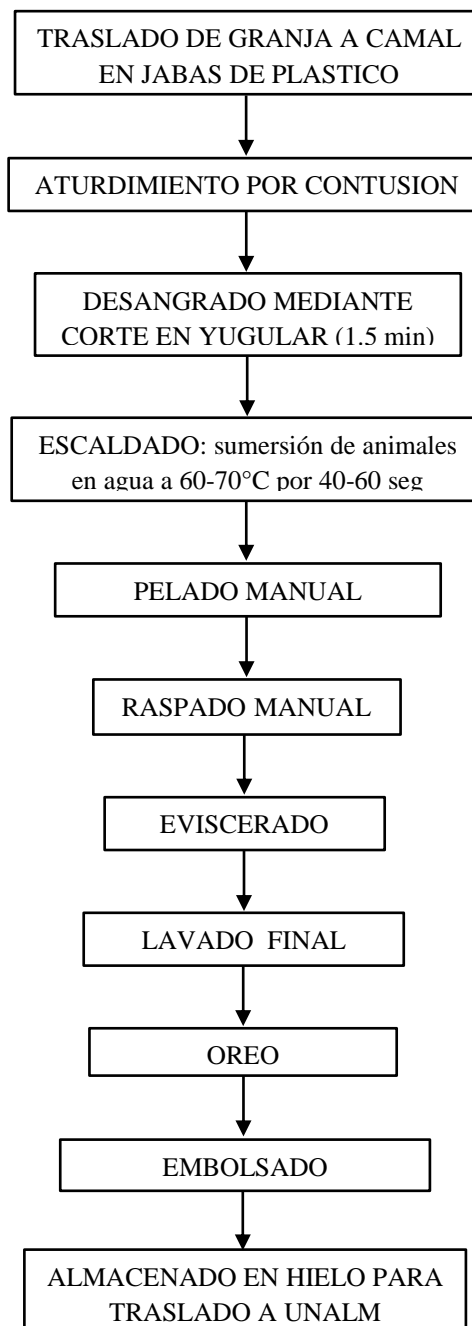
**Tabla 13: Insumos utilizados en el alimento balanceado de engorde**

	Tcontrol	T1	T2
Torta de soya al 47%	x	x	NO
Harina larvas mosca soldado	NO	x	x
Maíz	x	x	x
afrecho	x	x	x
aceite de soya	x	x	x
melaza	x	x	x
calcio	x	x	x
sal	x	x	x
metionina	x	x	x
lisina	x	x	x
cloruro de colina	x	x	x
pre-mezcla vitamínico mineral	x	x	x

### 3.3.1. Proceso de faenado

Los animales fueron faenados a las 13 semanas de edad en el camal de la granja “El Cuyero” de Cieneguilla. El aturdimiento de los animales se realizó por contusión. Inmediatamente después del aturdimiento se procedió a desangrar a los animales cortando con un cuchillo la yugular y se procedió a desangrarlos por un minuto y medio. Luego del desangrado se procedió a la sumersión de los animales en una olla con agua a una temperatura entre 60-70

°C durante 40-60 segundos para facilitar el proceso de pelado. El pelado se llevó a cabo de manera manual y luego se raspo la piel de los cuyes para eliminar cualquier rastro de pelo. Luego del pelado se realizó el corte de la cavidad torácica y abdominal para extraer las vísceras. Finalmente se lavaron las carcasas con agua potable y se dejaron orear 60 minutos, luego de los cuales se embolso cada animal individualmente y se colocaron en un cooler con hielo para ser transportados a las instalaciones de la Planta Piloto de Alimentos de la facultad de Industrias Alimentarias, dentro de la UNALM.



**Figura 1: Flujo de faenamiento**

### **3.3.2. Preparación de muestras para los análisis experimentales**

#### **a. Pruebas fisicoquímicas**

Para realizar las pruebas fisicoquímicas se retiró la piel de los cuyes y luego se procedió a la medición del color con un colorímetro marca Minolta CR400, se midió el pH con un potenciómetro de la marca SI Analytics, Handy Lab 100 N° 285202370 y se realizó la CRA utilizando una balanza de precisión digital marca OHAUS, modelo ARD110. El tiempo entre el faenado y el inicio de las pruebas fisicoquímicas fue entre dos a cuatro horas.

Luego de realizadas las pruebas fisicoquímicas se retiraron la cabeza, patas y huesos de cada carcasa de cuy y se envasó individualmente y al vacío la carne de cuy resultante, con la identificación respectiva de cada animal. Luego la carne de cuy se congeló a -18 °C.

#### **b. Análisis proximal, perfil de amino ácidos y perfil de ácidos grasos**

La carne de cuy estuvo congelada durante 30 días previo a los análisis de laboratorio. Para llevar las muestras al laboratorio se procedió a moler la carne de cuy descongelada previamente en la maquina moledora de carne marca MAINCA, modelo PM-70, España; seguidamente, esta carne molida se procesó en el *cutter* marca HOBART, modelo 84145, USA y luego se embolsó para ingresarla a La Molina Calidad Total Laboratorios-UNALM. La carne de cada tratamiento fue trabajada en diferentes días para evitar cualquier tipo de contaminación entre tratamientos. Se ingresaron las muestras de carne durante las primeras horas de la mañana para que sean procesadas el mismo día.

### 3.3.3. Etapas de la investigación

A continuación se muestra el diseño experimental de la investigación realizada.

**Tabla 14: Diseño experimental de la investigación**

ETAPAS	1. ENGORDE DE CUYES	2. OBTENCION DE MUESTRAS	3. ANALISIS DE RESULTADOS
<b>ENSAYO EXPERIMENTAL</b>	Engorde de cuyes en 3 tratamientos: 1. Utilizando alimento balanceado con 100 por ciento proteínas provenientes de la soya. 2. Utilizando alimento balanceado con 50 por ciento de la proteína proveniente de harina de larva de mosca soldado 3. Utilizando alimento balanceado con 100% de la proteína proveniente de harina de larva de mosca soldado	Se faenaran 20 cuyes de cada tratamiento. Se les quitara la piel para realizar las pruebas de color, pH y CRA y luego se deshuesaran. La carne pulpa sera la que se utilizara para hacer el analisis proximal, el perfil de acidos grasos y el perfil de amino acidos.	Diseño completamente al azar (D.C.A).
<b>ANALISIS</b>	Animales se pesaran cada 7-10 dias hasta llegar a 900-1200 gr de peso vivo (aproximadamente).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Color</li> <li>- pH</li> <li>- CRA</li> <li>- Analisis Proximal</li> <li>- Perfil de ácidos grasos</li> <li>- Perfil de amino acidos</li> </ul>	

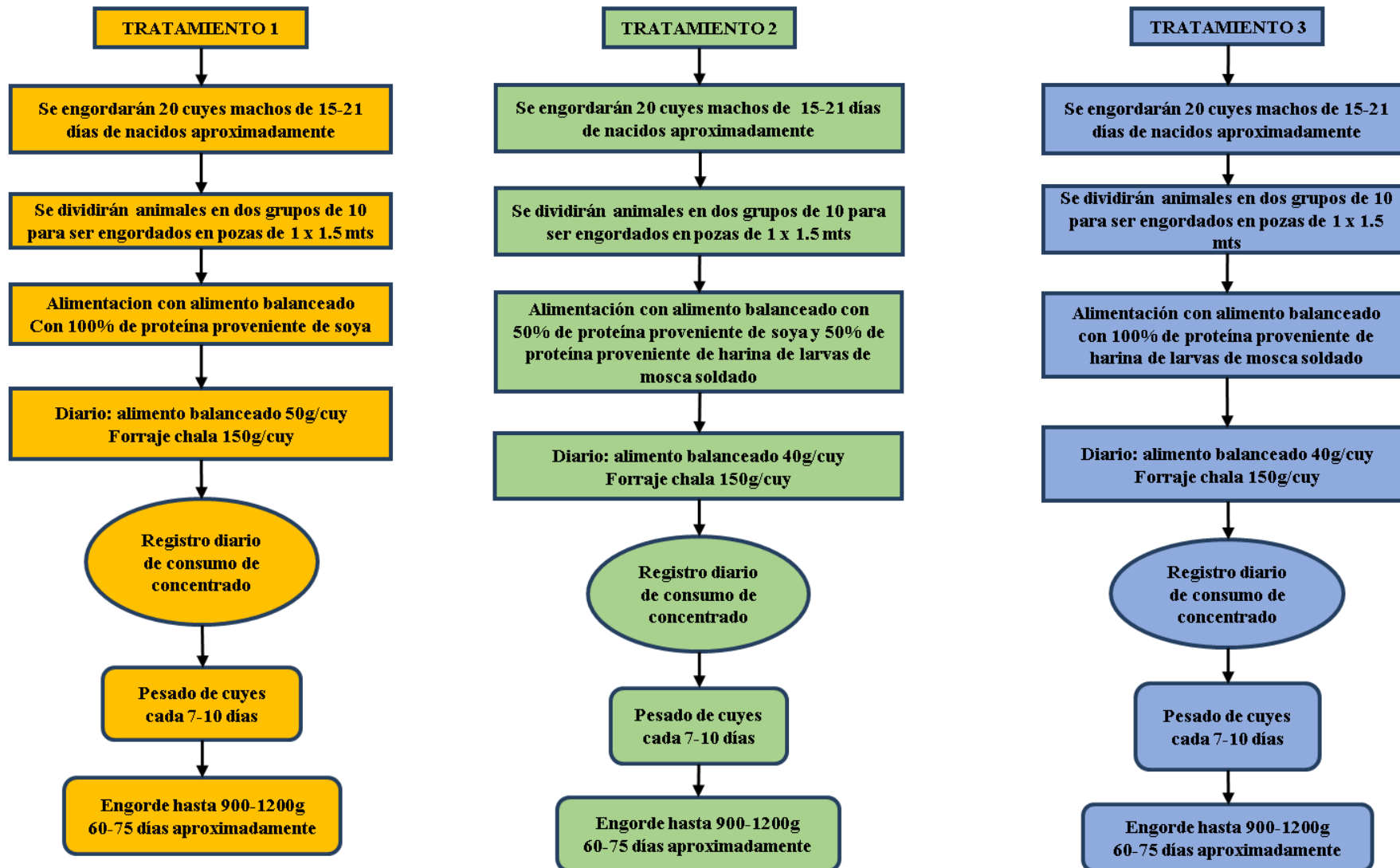


Figura 2: Flujo de la etapa de engorde

### 3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS

#### 3.4.1. Análisis proximal

##### a. Humedad (g/100g)

La determinación del contenido de humedad se realizó siguiendo el método 950.46 AOAC (American Official Analytical Chemist International 2019).

La humedad de la muestra se perdió por volatilización a causa del calor a temperaturas de 100 °C a más. El porcentaje de humedad se obtuvo por diferencia entre el peso inicial de la muestra y el obtenido después de desecar la muestra por 16-18 horas.

##### **Procedimiento:**

Se utilizaron recipientes con tapa de 5 cm de diámetro y 3 cm de profundidad. Los recipientes fueron lavados y secados en un horno de convección de aire forzado a 103 °C y luego se colocaron en un desecador hasta llegar a temperatura ambiente. Se obtuvo el peso del recipiente y su tapa pesándolos en una balanza analítica. Se colocó aproximadamente 5-6 g de muestra homogenizada en el recipiente y se esparció en una capa homogénea. Se registró el peso de la muestra, recipiente y tapa obtenidos en la balanza analítica. Se mantuvo la muestra tapada hasta su ingreso al horno.

Los recipientes con las muestras se introdujeron en el horno de convección de aire forzado. Las tapas de los recipientes se retiraron y se pusieron al lado de su correspondiente recipiente durante el secado de las muestras. Al término del secado las tapas fueron colocadas en sus respectivos recipientes y junto con los mismos se retiraron del horno y se colocaron en un desecador donde permanecieron hasta que se enfriaron a temperatura ambiente.

Los recipientes con sus tapas y la muestra seca fueron pesados en una balanza analítica.

##### **Cálculos:**

$$\frac{A - B}{C} \times 100 = D$$

- A = peso húmedo (recipiente + tapa + muestra húmeda)  
B = Peso seco (recipiente + tapa + muestra seca)  
C = Peso inicial de muestra (peso húmedo – recipiente + tapa)  
D = Porcentaje de humedad

**b. Cenizas (g/100 g)**

Se determinó por medio del método AOAC 920.15 (Cap 39, p. 4. 21st edition 2019. American Official Analytical Chemist International).

La ceniza de un alimento se refiere al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica. Representa el contenido de minerales en un alimento. La constitución de las cenizas de un alimento puede variar de las originales debido a las interacciones del alimento con el medio ambiente (volatilización) y con otros constituyentes químicos presentes en el alimento. En las cenizas animales predominan los derivados del sodio.

**Procedimiento:**

Se pesaron 3-5 g de muestra bien homogenizada en un crisol de porcelana previamente calentado y enfriado en un desecador y pesado inmediatamente después de alcanzar temperatura ambiente.

Se prendió la mufla a 550 °C (rojo opaco) y se introdujo el crisol de porcelana con la muestra hasta que se llegó a peso constante. Se enfrió el crisol y la muestra en el desecador y se pesaron inmediatamente después de alcanzar temperatura ambiente.

Se utilizó CaO reavivado como agente secante para el desecador.

**Cálculos:**

$$C = \frac{M3 - M1}{M2 - M1} \times 100$$

C= Contenido de cenizas

M1= masa del crisol vacío en gramos

M2= masa del crisol con la muestra en gramos

M3= masa del crisol con las cenizas en gramos



**c. Proteína cruda** (nitrógeno total) (g/100g)

Para la determinación de proteína se siguió el método AOAC 928.08 (Cap 39, p. 7-8. 21st edition 2019. American Official Analytical Chemist International).

El método Kjeldahl se basa en una digestión por calor con ácido sulfúrico de la muestra para convertir el nitrógeno en sulfato de amonio. La cantidad de sulfato de amonio liberado por el proceso de digestión se determina agregando un exceso de hidróxido de sodio. Esta solución es destilada y se recoge en una solución de ácido bórico. Se forma borato de amonio el cual se titula con ácido sulfúrico. El método Kjeldahl mide la cantidad de nitrógeno total que contiene la muestra y luego se multiplica el resultado por un factor de conversión ( $F=6.25$ ) para obtener la cantidad de proteína bruta.

**Procedimiento:**

• **Digestión**

1. Se pesaron 0.3 g de muestra y se colocaron en el tubo de digestión.
2. Así mismo se colocaron 6 mL de  $H_2SO_4$  concentrado y una grajea de catalizador.
3. La muestra paso por un proceso de digestión acida que se evidencio por un cambio de coloración del medio de Azul a transparente.

• **Destilación**

1. Se mezcló el producto de la digestión con 25 mL de agua destilada.
2. Seguidamente en un matraz se puso 25 mL de  $H_3BO_3$  (3 por ciento) que luego se colocó en el equipo de destilación para recibir el producto de la destilación.
3. En el tubo de digestión se adiciono 25 mL de NaOH y después se destilo el producto durante 4 minutos.
4. El amoniaco que se generó de la destilación se colecto en el matraz del paso 2 que previamente se hubo colocado en el equipo.

• **Titulación**

1. Para la titulación se colocaron tres gotas de indicador en el matraz que contenía el destilado y se titularon con  $H_2SO_4$  (0.1N).

2. El cambio de color del indicador (verde de bromocresol) de azul a verde mostro el final de la titulación.

**Cálculos:**

$$\% \text{PROTEINA} = \frac{\text{Gasto} \times N \times M \times 6.25}{\text{Peso muestra} \times 10}$$

**d. Grasa (g/100 g)**

Se determinó con el método AOAC 960.39 (Cap 39, p. 2, 21st edition, 2019. American Official Analytical Chemist International).

Para determinar la grasa de la muestra se determinó el extracto etéreo utilizando el equipo de soxhlet.

En esta determinación se utilizó éter de petróleo. Debido a su bajo punto de ebullición este solvente se evapora y condensa continuamente y al entrar en contacto una y otra vez con la muestra saca los componentes que presenten características apolares que se solubilizan en el éter de petróleo. Cuando se finaliza con este proceso de extracción, el extracto etéreo (grasa bruta) se queda en el beaker del equipo de extracción utilizado que seguidamente se coloca en una estufa para extraer el exceso de solvente orgánico para finalmente pesar la muestra y obtener el resultado.

**Procedimiento:**

Se tomó un plato de aluminio de 5 cm de diámetro y se puso dentro una varilla de vidrio de 4cm de largo. Se colocó de 3-4 gr de muestra homogenizada en la bandeja de aluminio y se le añadió el mismo peso de arena de laboratorio. Se homogenizo la muestra con la arena utilizando la varilla de vidrio.

Utilizando la varilla de vidrio se esparció la muestra uniformemente en la bandeja de aluminio y se dejó dentro la varilla de vidrio. Se secó la muestra en un horno de aire forzado durante 16 horas hasta peso constante.

Se enrollaron los bordes del plato de aluminio junto con la varilla de vidrio y todo se colocó dentro de un dedal de celulosa.

Se tomó un beaker de extracción que fue secado y pesado previamente. Se colocó 150 ml de éter de petróleo dentro del beaker de extracción y se introdujo dentro del beaker de extracción el dedal de celulosa con la muestra.

Se colocó el beaker con la muestra de manera hermética en el condensador del equipo extractor. Después de verificar la correcta instalación del beaker de extracción se procedió a encender el sistema de refrigeración y se comenzó con el proceso de extracción.

Una vez finalizado el proceso de extracción se dejó enfriar a temperatura ambiente el éter de petróleo y luego se retiró el dedal que tenía la muestra, devolviendo al beaker cualquier residuo de éter de petróleo que hubiese podido quedar en el dedal. Seguidamente se colocó el beaker en una estufa para evaporar el residuo de éter de petróleo lo máximo posible. Al finalizar este proceso se colocó el beaker en la campana de extracción para terminar de evaporar el éter de petróleo.

Al finalizar la evaporación de todo el éter de petróleo, el beaker se colocó 1 hora a 103 °C en el horno de aire forzado para evaporar cualquier residuo de humedad. Luego se puso el beaker en un desecador hasta llegar a temperatura ambiente.

El beaker se pesó en una balanza analítica. La diferencia entre el peso pre-extracción del beaker y el peso post-extracción del beaker fue el peso de la grasa obtenido de la muestra.

**Cálculos:**

$$\% \text{GRASA} = \frac{\text{Peso (g) beaker post-extracción} - \text{Peso (g) beaker pre-extracción}}{\text{Peso de muestra húmeda (g)}} \times 100$$

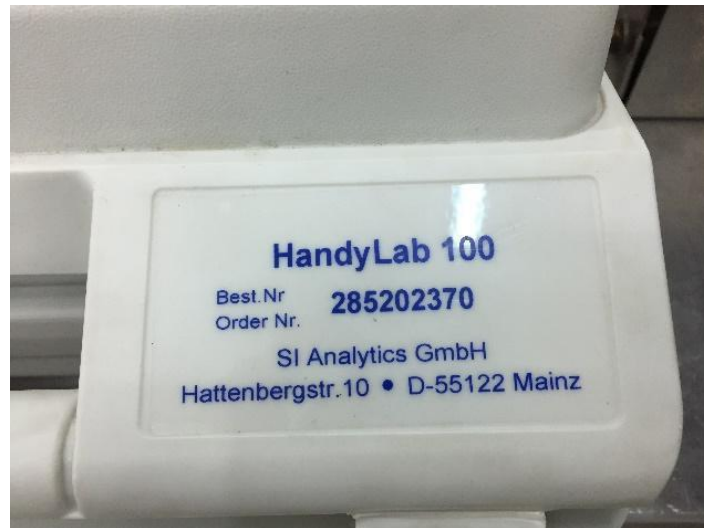
- e. **Extracto libre de nitrógeno** (g/100 g). Por diferencia MS-INN (Collazos 1993).

### 3.4.2. Pruebas fisicoquímicas

#### a. Medición de pH

La medición de pH se realizó con un potenciómetro con electrodo de inserción (Figura 3). Este es un potenciómetro especial para la medición de pH en la carne y sus derivados. Antes de cada medición de pH se calibró el potenciómetro con soluciones tampón con 4.01 y 7.01 de pH. Luego de cada medición se lavó el electrodo con agua destilada.

Para realizar la medición se colocó la carcasa de cuy sin piel sobre la mesa de acero inoxidable totalmente extendida y se realizó una pequeña incisión en el músculo *Longissimus lumborum*. Luego se introdujo el electrodo en dicha incisión como se aprecia en la Figura 4. Se puso el electrodo de forma paralela a la carcasa para no tocar el hueso. El electrodo se mantuvo en la carne hasta que la medición fue estable.



**Figura 3: Potenciómetro de la marca SI Analytics, Handy Lab 100 N° 285202370**



**Figura 4:** Medida de pH en el Músculo *Longissimus lumborum* del cuy

**b. Medición del color**

Para la medición del color se utilizó el colorímetro marca Minolta CR400 el cual fue calibrado para que realice tres disparos. Se colocó la carcasa de cuy en una superficie plana, con la espalda hacia la superficie y se midió el color directamente sobre la carne de cuy en el músculo *Rectus abdominis*, como se aprecia en la Figura 5. Se realizó la medición asegurando que no exista espacio entre la carne y el lente del colorímetro. Se utilizaron las coordenadas de color L,\* a\* y b\* para presentar los resultados de las mediciones.



**Figura 5: Medición del color en el músculo *Rectus abdominis***

**c. Capacidad de retención de agua (CRA)**

Se utilizó el método empleado por Grau y Hamm (1957):

- Se tomó una muestra de aproximadamente 0.3 g de carne.
- Se colocó la muestra en un papel filtro previamente pesado y todo ello se colocó entre dos placas de vidrio (Figura 6).

- Se sometió a compresión durante 5 min con un peso de 2 kg.
- Tras la compresión se separó cuidadosamente la carne del papel húmedo y se pesó.
- La disminución de peso, que corresponde al jugo liberado, se expresó como porcentaje del peso inicial de la carne.
- Se utilizaron muestras del músculo *bíceps femoris* (Figura 7).

**Cálculos:**

$$\% \text{jugo liberado} = (\text{peso final del papel filtro} - \text{Peso inicial de papel filtro}) / \text{peso de la muestra} * 100$$



**Figura 6: Procedimiento de prensado para obtención de la CRA**



**Figura 7: Músculo bíceps femoris para obtención de CRA**

### **3.4.3. Perfil de ácidos grasos**

Para obtener el perfil de ácidos grasos se adaptó el método de la AOAC 996.06 (18th edition, 2005. American Official Analytical Chemist International).

#### **Procedimiento:**

Se extrajo la grasa en frío utilizando el método Blight y Dyer (1959). Se tomaron aproximadamente 50g de carne de la cual se homogenizó con 50ml de cloroformo:metanol (1:1, v/v). Los extractos de los lípidos fueron saponificados y metilados con NaOH 2N y HCL 2N en metanol. Se inyectaron al cromatógrafo de gases los ácidos grasos metilados. Se utilizó gas hidrógeno como gas de arrastre a través de la fase estacionaria de la columna de acuerdo a las recomendaciones de Prevot y Mordret (1976). La separación y cuantificación se llevó a cabo utilizando un cromatógrafo de gas (GC) Perkin Elmer Autosystem XL, equipado con inyector, muestreador automático, detector de ionización de llama y columna capilar supelcowax-10 de sílica fundida marca supelco (30 m; 0,25 mm de DI y 0,25 µm de espesor de película), y el uso de un sistema Split de inyección en una relación 100:1 e hidrógeno como gas portador a 5 Psia. El puerto de inyección y detector se mantuvieron a 250 y 270°C, respectivamente. Ácidos grasos individuales se identificaron mediante la comparación de sus tiempos de retención con un estándar mix de ácidos grasos C4-C24 (Kit de FAMES SUPELCO). Los ácidos grasos se expresaron como un porcentaje de ácidos grasos totales identificados.

### **3.4.4. Perfil de aminoácidos**

El perfil de aminoácidos se halló mediante cromatografía líquida de fase inversa con derivatización precolumna con fenilisotiocianato (Heinrikson y Meredith 1984).

#### **Procedimiento:**

Se tomaron 50 gm de muestra, la cual se hidrolizó al vacío por 24 horas a 110 °C en HCL 6N. Luego se retiró el ácido mediante evaporación rotatoria. El resultante se disolvió en 100ul de buffer de acoplamiento (acetronitrilo:piridina:triethylamina:agua=10:5:2:3) y luego se volvió a secar por evaporación rotatoria. Al resultante se le añadió 5ul de PITC (Fenilisotiocianato). Después de una reacción de 5 minutos a temperatura ambiente la solución fue evaporada hasta que se secó mediante una bomba de alto vacío (50-100mtorr). Los aminoácidos PTC (feniltiocarbamyl) resultantes se disolvieron en 250ul de una mezcla



de acetonitrilo con agua (7:2). Se tomó 250 pmol del líquido obtenido para analizarlo por HPLC de fase inversa.

La unidad HPLC utilizada fue una con bomba de tres cabezales, Sistema solvente ternario con una mezcladora de baja presión y con un detector de longitud de onda fijo en 254 nm. La columna y el Sistema de inyección en el HPLC utilizado está dentro de un compartimento mantenido a 52 °C por un sistema de agua circulante.

El HPLC utilizado tenía columnas de 25cm de largo de octyl(C8) y octadecyl (C18) las cuales son efectivas para la separación de PTC-aminoácidos.

Los solventes orgánicos utilizados para la fase acuosa son acetonitrilo y metanol ambos con pH 6.8 ajustado con ácido fosfórico.

### **3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

A fin de analizar las diferencias globales entre las medidas por tratamiento aplicado, se realizaron los análisis de K muestras independientes utilizando ANOVA y Kruskal-Wallis según la normalidad de los residuos de la regresión entre las variables. Asimismo, se evaluó la homogeneidad de las varianzas por medio de la prueba de Levene, para el caso donde las medidas presentaban una distribución normal. Aquellas variables que mostraron tener heterogeneidad entre las varianzas, fueron analizadas mediante la prueba robusta de igualdad de medias de Welch. Finalmente, se emplearon las pruebas de TukeySD y U de Mann-Whitney con la corrección de Benjamin y Hochberg (1995), según la normalidad de los datos, para analizar las diferencias específicas entre las medidas por los tratamientos realizados.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. PRUEBAS FISICOQUÍMICAS

#### 4.1.1. Análisis de pH

El promedio por tratamiento obtenido se muestra en la Tabla 15. Los datos detallados se muestran en el Anexo 1.

**Tabla 15: pH de la carne de cuyes (músculo *Longissimus Lumborum*) alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación**

	Sistema de Alimentación		
	Tratamiento Control	Tratamiento 1	Tratamiento 2
pH	5.92±0.16 <sup>a</sup>	5.90±0.16 <sup>a</sup>	5.84±0.13 <sup>a</sup>
pH mínimo	5.63	5.67	5.63
pH máximo	6.2	6.22	6.11

<sup>a</sup> Letras iguales indican que no hay diferencia significativa

Se observó un pH similar en la carne de los cuyes proveniente de los tres diferentes sistemas de alimentación. Según el ANOVA realizado no existen diferencias estadísticas significativas entre los resultados de pH de los diferentes tratamientos, por lo tanto los diferentes sistemas de alimentación no influyeron en el pH final de la carne de los cuyes. Los datos de pH obtenidos están dentro de los rangos de pH dados por la Norma Técnica Peruana para carne de cuy (5.5-6.4).

Los datos de pH promedio (5.88), están cercanos a los valores encontrados por Sánchez-Macías *et al.* (2019) en el músculo *Longissimus thoracis* (LT), en donde registran valores promedio de pH de 5.97 para el LT entre las 5 y 24 horas post mortem. Los valores obtenidos por Sánchez-Macías son similares a los obtenidos en esta investigación (5.63-6.22). Esto coincide con el hecho que el pH de la carne de cuy en esta investigación fue tomado aproximadamente entre las 5 y 8 horas post mortem. Nakandakari *et al.* (2014) también registran valores de pH para carne de cuy, pero en el musculo *psoas mayor*, registrando un pH de 5.95-6.06, similar al obtenido en esta investigación. Kobashigawa (2016) encontró un pH de 5.75-6.39 en el musculo *Gracilis* de cuyes a las 24 horas post mortem, valores similares a los obtenidos en esta investigación.

El ácido láctico que produce la acidez en la carne de los animales se produce a partir de las reservas de glucógeno almacenadas en el animal antes del faenamiento. Diferentes situaciones como un ayuno prolongado previo al beneficio del animal o estrés de transporte o de cualquier otra índole antes del faenamiento harán que el animal llegue al beneficio con menores reservas de glucógeno y su carne no llegue a obtener el pH mínimo de 6 (o menos) óptimo para evitar la proliferación de microorganismos (Hulot y Ouhayoun 1999; Warris, 2003, citados por Nakandakari *et al.* 2014).

Los cuyes son animales excesivamente nerviosos y de tamaño muy pequeño por lo que se debe tener en cuenta las horas previas de ayuno antes del beneficio y cómo se transportan y manipulan los cuyes en todo este proceso para evitar la pérdida de las reservas de glucógeno en estos animales. En esta investigación se logró hacer el faenamiento en el mismo lugar de la crianza (minimizando estrés por transporte y espera) y solo se les dio 12 horas de ayuno, lográndose un resultado favorable de pH.

## **4.2. VARIACIÓN DEL COLOR EN EL MUSCULO *Rectus abdominis***

### **4.2.1. Variable L\* (Luminosidad)**

El resumen de los resultados obtenidos en esta investigación para la valoración de la luminosidad (L\*) se pueden observar en la Tabla 16 y los datos se encuentran en el Anexo 9.

**Tabla 16: Valoración de la luminosidad**

	Sistemas de Alimentación		
	Tratamiento Control	Tratamiento 1	Tratamiento 2
COLOR L*	46.72±2.59 <sup>a</sup>	44.90±2.16 <sup>b</sup>	45.69±2.25 <sup>ab</sup>
Valor mínimo	41.08	42.16	40.38
Valor máximo	51.09	49.86	49.05

<sup>a</sup> Letras iguales indican que no hay diferencia significativa, letras diferentes indican diferencia significativa.

Con respecto a la luminosidad (L\*) se encontró diferencias significativas entre el tratamiento control y el tratamiento 1 lo que nos indicaría que la carne de los cuyes del T1 tiene menos luminosidad que la carne de los cuyes del TC y la carne del T2 tiene una luminosidad similar a la del TC y T1. La luminosidad está en relación al pH de la carne, a menos pH mayor luminosidad (Hulot y Ouhayoun 1999), sin embargo en los resultados de pH de la carne de los cuyes de los diferentes tratamientos no se observó diferencias significativas por lo que los resultados entre pH y luminosidad no estarían en concordancia con la teoría descrita.

Los valores de luminosidad obtenidos en esta investigación son menores que los reportados por Kobashigawa (2016) (52.99) en el musculo *bíceps femoris* del cuy a las 24 horas post mortem.

La luminosidad de la carne está relacionada con el pH de la misma, a mayor pH la luminosidad será menor. El pH de la carne de cuy a las 24 horas post mortem encontrado por Kobashigawa es mayor que el pH de la carne de cuy a las 8 horas post mortem y este factor puede ser la razón por la cual el valor de Luminosidad encontrado por Kobashigawa (2016) sea mayor al encontrado en esta investigación, en donde los valores de luminosidad se tomaron a las 6-8 horas post mortem. Esta diferencia también puede deberse a que en esta investigación se tomó el musculo *rectus abdominis* para la medición del color, mientras que Kobashigawa midió el color en el musculo *bíceps femoris* a las 24 horas post mortem.

#### 4.2.2. Variable a\* (rojizo-verdoso)

El resumen de los resultados obtenidos en esta investigación para la valoración de la variable a\* se pueden observar en la Tabla 17 y los datos se encuentran en el Anexo 9.

**Tabla 17: Valoración de la variable a\***

	Sistemas de Alimentación		
	Tratamiento control	Tratamiento 1	Tratamiento 2
COLOR a*	10.00±1.89 <sup>a</sup>	10.57±1.89 <sup>a</sup>	10.96±2.06 <sup>a</sup>
Valor mínimo	6.31	7.49	7.01
Valor máximo	12.38	13.64	12.34

<sup>a</sup> Letras iguales indican que no hay diferencia significativa

No se observó diferencias significativas de la variable a\* en la carne de cuyes de los diferentes tratamientos lo que indicaría que la intensidad del color rojo fue igual en la carne de los cuyes de los diferentes sistemas de alimentación utilizados. Los valores encontrados son similares a los reportados por Kobashigawa (2016) en el musculo *bíceps femoris* de carne de cuy.

#### 4.2.3. Variable b\* (amarillo – azulado)

El resumen de los resultados obtenidos en esta investigación para la valoración de la variable b\* se pueden observar en la Tabla 18 y los datos se encuentran en el Anexo 9.

**Tabla 18: Valoración de la variable b\***

	Sistemas de Alimentación		
	Tratamiento control	Tratamiento 1	Tratamiento 2
COLOR b*	2.08±2.50 <sup>a</sup>	1.98±1.65 <sup>a</sup>	1.17±1.83 <sup>a</sup>
Valor mínimo	-1.57	-0.45	-1.56
Valor máximo	5.76	4.53	6.64

<sup>a</sup> Letras iguales indican que no hay diferencia significativa

No se observó diferencias significativas de la variable b\* en la carne de los cuyes de los diferentes tratamientos lo que indicaría que la intensidad del color amarillo en la carne fue igual para todos los sistemas de alimentación utilizados. Los valores reportados por Kobashigawa (2016) de la variable b\* para el musculo *bíceps femoris* de carne de cuyes a las 24 horas post mortem son similares a los obtenidos por esta investigación en el musculo *rectus abdominis*.

#### 4.2.4. Croma (saturación de color)

El croma mide la pureza del color. Se relaciona con factores ante mortem. La cantidad del pigmento mioglobina en el musculo determinara la saturación de color. Esta varía de 0 a 200 (Loayza 2015).

**Tabla 19: Valoración de Croma**

	Sistemas de Alimentación		
	Tratamiento control	Tratamiento 1	Tratamiento 2
Croma	10.55 <sup>a</sup>	10.89 <sup>a</sup>	11.17 <sup>a</sup>
Valor mínimo	7.22	7.57	7.04
Valor máximo	13.19	14.08	16.70

<sup>a</sup> Letras iguales indican que no hay diferencia significativa

No se encontró diferencias significativas entre los valores de croma de los diferentes tratamientos utilizados lo que indica que la intensidad del color fue la misma en la carne de los cuyes de los tres tratamientos.

Los valores de croma encontrados en los diferentes sistemas de alimentación para la carne de cuy (Tabla 19) son ligeramente menores que los reportados por Sánchez- López *et al.* (2015) para carne de bovinos en el músculo *longissimus dorsi*. Hernández-Canul *et al.* (2016) encontraron valores de croma en el *bíceps femoris* para carne de corderas pelibuey más altos que los encontrados en esta investigación. La carne de cordera tiene un color más oscuro que la carne de cuy lo que concuerda con estos resultados. Por otro lado, Pla *et al.* (1996) encontraron valores de croma en carcasa de conejos, a la altura de la cuarta vértebra lumbar del músculo *longissimus lumborum* bastante menores a los encontrados en esta investigación para la carne de cuy, esto concuerda con el color más claro de la carne de conejo con respecto a la del cuy.

Utilizando los datos promedio de a\* y b\* obtenidos por Kobashigawa (2016) para color en el músculo *bíceps femoris* de cuy se obtiene un valor de croma similar al valor menor encontrado en esta investigación para los diferentes tratamientos.

Se podría decir que la inclusión de harina de larvas de mosca soldado negra (*H. illucens*) en

la alimentación de los cuyes no tuvo efecto sobre el color de la carne.

#### 4.3. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA) EN EL MÚSCULO *biceps femoris* DE CUYES ALIMENTADOS CON TRES DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

La capacidad de retención de agua (CRA) de la carne se midió a través del porcentaje de jugo liberado hallado a través del método de presión. Se puede observar en la Tabla 20 el promedio del porcentaje de jugo liberado en la carne de los cuyes alimentados por tres sistemas de alimentación diferentes. Los datos obtenidos de este análisis están en el Anexo 10.

**Tabla 20: Promedio del porcentaje de jugo liberado en la carne de los cuyes**

	Sistemas de Alimentación		
	Tratamiento control	Tratamiento 1	Tratamiento 2
CRA	24.67±7.19 <sup>a</sup>	23.67±4.77 <sup>a</sup>	26.15±4.25 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Letras iguales indican que no hay diferencia significativa

No se encontró diferencias significativas en el porcentaje de jugo liberado por la carne de cuyes alimentados con tres sistemas de alimentación diferentes, por lo tanto, podemos decir que los diferentes sistemas de alimentación no tuvieron efecto sobre esta característica de la carne de cuy. Kobashigawa (2016) encontró una CRA para el musculo *biceps femoris* de cuyes similar a la obtenida en esta investigación así como Rengifo (2010), que encontró para el musculo *longissimus dorsi* en conejos una CRA similar a la obtenida en esta investigación.

La CRA es un indicador de calidad relacionado al valor nutricional de la carne (nutrientes perdidos en el jugo liberado), apariencia y jugosidad de la carne (Salvá 2009). Una disminución en el valor de la CRA está relacionada a una disminución de la terneza de la carne (Gault 1985).

#### 4.4. MACROELEMENTOS DE LA CARNE DE CUYES

El resultado obtenido de los macroelementos de la carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación se muestra en la Tabla 21. Los datos reportados por el laboratorio se encuentran en el Anexo 5.

**Tabla 21: Resultado de los macronutrientes de la carne de cuyes**

	Sistemas de Alimentación		
	Tratamiento control	Tratamiento 1	Tratamiento 2
PROTEINA (%)	17.87±0.40 <sup>a</sup>	16.73±2.63 <sup>a</sup>	18.37±0.15 <sup>a</sup>
GRASA (%)	7.80±0.20 <sup>a</sup>	7.53±0.55 <sup>a</sup>	6.30±0.12 <sup>b</sup>
HUMEDAD (%)	72.80±0.46 <sup>a</sup>	72.73±0.15 <sup>a</sup>	73.43±0.67 <sup>a</sup>
CENIZA (%)	1.03±0.06 <sup>c</sup>	1.27±0.06 <sup>a</sup>	1.17±0.12 <sup>ca</sup>

<sup>a</sup> Letras iguales indican que no hay diferencia significativa, letras diferentes indican diferencia significativa

Se encontró diferencias significativas en los valores de grasa de la carne de cuy de los tres diferentes tratamientos. Se encontró mayor cantidad de grasa en el tratamiento control (7.8 por ciento) seguido de la grasa del tratamiento 1 (7.53 por ciento) y tratamiento 2 (6.30 por ciento). Si bien los valores para el contenido de grasa son similares tanto en la carne de los cuyes del TC y T1 y en el alimento dado a los animales de estos tratamientos, hay una diferencia significativa entre los contenidos de grasa del T2 y el TC, y el T2 y el T1, en donde el T2 tiene los menores valores para el contenido de grasa en la carne de los cuyes, sin embargo es el que tiene mayor contenido de grasa en el alimento balanceado dado a los animales. Este alto contenido de grasa encontrado en el alimento balanceado correspondiente al T2 se debe al alto contenido de grasa de la harina de larvas de mosca soldado (22 por ciento), en comparación con el 2 por ciento de contenido de grasa de la torta de soya utilizada en el alimento del TC y T1. Se dedujo que el exceso de grasa proporcionado por el alimento del T2 fue almacenada por los cuyes como grasa de subcutánea y visceral, la cual fue removida del cuy al momento de sacarles la piel y las vísceras.

**Tabla 22: Composición proximal de alimento balanceado utilizado en cada tratamiento**

	Sistemas de Alimentación		
	Tratamiento Control	Tratamiento 1	Tratamiento 2
% Kcal proveniente de grasa	14.1	16	21.2
% Kcal proveniente de Proteína	17.2	16.1	16.5
Carbohidratos g/100 g	60.4	60.3	56.8
Energía (Kcal en 100 g)	351.5	355.1	364.6
proteínas g/100	15.1	14.3	15
cenizas g/100 g	5.8	5.9	5.9
% Kcal de carbohidratos	68.7	67.9	62.3
Grasa g/100 g	5.5	6.3	8.6
Humedad g/100 g	13.2	13.2	13.7

Si se encontró que el mayor contenido de grasa en el alimento balanceado del T1 y el T2



incrementó el contenido de grasa en el cuy, pero en grasa subcutánea y visceral, no en el musculo. Esta grasa fue retirada en el momento de preparar las muestras para los análisis, analizándose solamente carne magra de cuy.

Los valores de grasa encontrados en la carne de los cuyes de esta investigación (TC:7.80 por ciento, T1:7.53 por ciento, T<sup>2</sup>: 6.30 por ciento) son similares a los reportados por Apráez-Guerrero *et al.* (2008), en donde encontraron valores de grasa para la carne de los cuyes alimentados con alfalfa, morera, glicinia y leucaena de 7.3 por ciento, 7.24 por ciento, 7.26 por ciento y 7.28 por ciento respectivamente. Así mismo, Zacarías Rodríguez *et al.* (2017) reportó valores para la grasa de la carne de cuy de 8.56 por ciento para la raza peruano mejorado, 7.93 por ciento para la raza criollo y 7.99 por ciento para la raza andina; estos valores son similares a los encontrados en esta investigación. Kouakou *et al.* (2013), encontraron valores para la carne de cuyes alimentados con forraje *Panicum máximum* (solo) y *Euphorbia heterophylla* (25 por ciento) mezclado con *Panicum máximum* (75 por ciento) de 6.2 por ciento y 11.5 por ciento respectivamente. Por otro lado, Higaonna *et al.* (2008) reportaron valores para la grasa en cuyes alimentados con forraje y concentrado, de las razas Andina y Perú de 4.89 por ciento y 4.16 por ciento respectivamente. Estos valores encontrados por Higaonna son inferiores a los encontrados en esta investigación lo que podría deberse a diferencias en los insumos del concentrado y el tipo de forraje utilizado para la alimentación de los cuyes. Las diferencias también podrían deberse a la toma de muestra y tipo de análisis realizado a la carne de cuyes.

Los valores de todas estas investigaciones, incluyendo la presentada en este estudio presentan valores para la grasa de cuyes bastante mayores que los reportados en la Tabla Peruana de Composición de Alimentos, donde se reporta un valor de 1.6 por ciento para la carne de cuy (Reyes *et al.* 2017). Las diferencias pueden deberse al tipo o raza de cuy analizado, muestra tomada, tipo de análisis, etc.

Se encontró diferencias significativas en los valores de ceniza entre el tratamiento control y el tratamiento 1 (1.27 por ciento y 1.03 por ciento) respectivamente. Los valores de ceniza encontrados (1.03 por ciento, 1.27 por ciento, 1.17 por ciento) son similares a los encontrados por Zacarias Rodríguez (2017) para las razas de cuy peruano mejorado (1.26 por ciento), Criollo (1.21 por ciento) y Andino (1.08 por ciento). Higaonna *et al.* (2008)

reportaron valores de ceniza de 1.16 por ciento para la raza Andina y 1.09 por ciento para la raza Perú. Todos los valores mencionados están cercanos al valor reportado en la tabla de composición de alimentos peruanos de 1.2 por ciento (Reyes *et al.* 2017). Se presume que hay mayor contenido de cenizas en la carne de los cuyes alimentados con harina de larvas de mosca soldado negra debido al mayor contenido de minerales en el exoesqueleto de estos insectos.

No se encontró diferencias significativas en los valores de proteínas de la carne de los cuyes de los diferentes tratamientos. Los valores de proteína encontrados para la carne de cuyes en esta investigación para los diferentes tratamientos (TC: 17.867 por ciento, T1:16.733 por ciento, T2:18.367 por ciento) son ligeramente menores a los encontrados por Higaonna *et al.* (2008) donde reportaron valores de proteína para los cuyes raza Perú y Andina de 19.34 por ciento y 19.26 por ciento respectivamente y a los reportados por Apráez-Guerrero *et al.* (2008) en su investigación sobre diferentes sistemas de alimentación en cuyes, en donde encontró 20.3 por ciento, 19.16 por ciento, 19.21 por ciento y 18.86 por ciento de proteína en la carne de los cuyes alimentados con alfalfa, morera (*Morus sp.*), glicinia (*Glicine white*) y Leucaena respectivamente. Flores-Mancheno *et al.* (2016) reportaron valores de proteína para carne de cuyes de las razas peruano mejorada, Criollo y Andina, alimentados con alfalfa, residuos de cosecha y concentrado de 17.78 por ciento, 19.39 por ciento y 18.55 por ciento respectivamente; valores similares a los obtenidos en este estudio. Zacarías Rodríguez *et al.* (2017) reportaron valores de proteína para carne de cuyes de la raza Mi Perú de 14.85 por ciento, siendo este un valor más bajo del encontrado en este estudio.

No se encontró diferencias significativas en los valores de humedad de la carne de los cuyes de los diferentes tratamientos. Los valores de humedad encontrados (TC:72.8 por ciento, T1:72.733 por ciento, T2: 73.433 por ciento) estos son similares a los encontrados por Higaonna *et al.* (2008) para la raza Perú y Andina. Así mismo son similares a los encontrados por Apraez-Guerrero *et al.* (2008). Flores-Mancheno *et al.* (2016) reportaron valores de humedad para las razas Peruano mejorada, Criollo y Andina similares a los obtenidos en este estudio. Los valores de humedad encontrados responden a los comúnmente obtenidos para las carnes (res: 75.9 por ciento, cerdo: 69.2 por ciento, pollo: 74.5 por ciento, conejo 72.8 por ciento) (Reyes *et al.* 2017).

La no variación de proteínas y humedad entre los tratamientos utilizados para esta investigación concuerdan con los resultados obtenidos por Cullere *et al.* (2017) en un estudio con codornices en donde se sustituyó parcialmente la harina de soya del alimento utilizado por harina de larvas de mosca soldado negra. Independientemente del nivel de inclusión de la harina de larvas de mosca soldado en el alimento de codornices, el porcentaje de proteínas, grasa, humedad y ceniza de la carne de pechuga de codorniz no se vio afectada por la harina de larvas de mosca soldado negra. Similares resultados obtuvieron Schiavone *et al.* (2017) con pollos de engorde que tuvieron una dieta en donde se sustituyó el aceite de soya por la grasa obtenida de las larvas de mosca soldado. Ellos también reportaron que, sin importar el nivel de inclusión de grasa de larvas de mosca soldado en la dieta de los pollos de engorde, la composición proximal de la carne de pechuga de pollo no mostro diferencias entre los pollos alimentados con grasa de larvas de mosca soldado y los alimentados con grasa proveniente del aceite de soya. Si se encontró en esta investigación una variación en la grasa de la carne de los cuyes alimentados con harina de larvas de mosca soldado negra con respecto a la carne de los cuyes alimentados con el alimento convencional a base de soya. Esto podría sugerir que existe un mecanismo diferente para la asimilación de la grasa del alimento en los cuyes con respecto a las aves.

#### 4.5. PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS

**Tabla 23: Contenido de Ácidos grasos de la carne de cuy proveniente de tres sistemas de alimentación, expresado en porcentaje de ácidos grasos**

Ácidos grasos		Sistemas de Alimentación		
		Tratamiento control	Tratamiento 1	Tratamiento 2
<b>Saturados</b>				
Caprico	C10:0	0	0	0
Láurico	C12:0	0.11 <sup>a</sup> ±0.12	2.05 <sup>b</sup> ±0.07	4.40 <sup>c</sup> ±0.063
Mirístico	C14:0	1.04 <sup>a</sup> ±0.04	3.37 <sup>b</sup> ±0.06	4.51 <sup>c</sup> ±0.05
Pentadecanoico	C15:0	0.42 <sup>a</sup> ±0.01	0.45 <sup>a</sup> ±0.05	0.61 <sup>a</sup> ±0.01
Palmítico	C16:0	18.35 <sup>a</sup> ±1.0	23.51 <sup>b</sup> ±0.47	20.44 <sup>c</sup> ±0.23
Margárico	C17:0	0	0	0
Esteárico	C18:0	4.90 <sup>a</sup> ±0.12	4.41 <sup>b</sup> ±0.11	3.90 <sup>c</sup> ±0.05
<b>Monosaturadas</b>				
Miristoleico	C14:1	0	0	0
Palmitoleico	C16:1	0.73 <sup>a</sup> ±0.12	1.46 <sup>a</sup> ±0.02	1.24 <sup>a</sup> ±0.58
Oleico	C18:1w9	22.94 <sup>a</sup> ±0.74	22.36 <sup>b</sup> ±0.31	20.77 <sup>ab</sup> ±0.26
Gondolico	C20:1n9	0 <sup>a</sup>	0.14 <sup>a</sup> ±0.007	0.062 <sup>a</sup> ±0.07
Heptadenoico	C17:1n7	0 <sup>a</sup>	0.139 <sup>a</sup> ±0.007	0 <sup>a</sup>
Vacumenico	C18:1n7	1.04 <sup>a</sup> ±0.04	1.15 <sup>b</sup> ±0.05	1.22 <sup>c</sup> ±0.021
<b>Poliinsaturadas</b>				
linoleicon6	C18:2n6	43.6 <sup>a</sup> ±1.29	34.49 <sup>b</sup> ±0.86	36.76 <sup>c</sup> ±0.37
linoleicon3	C18:3n3	6.88 <sup>ab</sup> ±0.51	5.96 <sup>b</sup> ±0.27	5.73 <sup>a</sup> ±0.10
Araquidónico	C20:4n6	0 <sup>ab</sup>	0.35 <sup>b</sup> ±0.064	0.37 <sup>a</sup> ±0.01
Epa	C20:5n3	0 <sup>a</sup>	0.072 <sup>a</sup> ±0.08	0 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Letras iguales indican que no hay diferencia significativa, letras diferentes indican diferencias significativas.

El perfil de ácidos grasos (Tabla 23 y Anexo 3) en la carne de cuyes alimentados con harina de larvas de mosca soldado como fuente proteica expresados como porcentaje de ácidos grasos totales, mostraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) con respecto a la dieta convencional (100 por ciento proteína proveniente de soya) en los ácidos grasos láurico, palmítico, oleico, linoleico n6 (omega 6), linoleico n3 (omega 3), araquidónico, esteárico, mirístico y vacuménico siendo encontrados en mayor cantidad los ácidos grasos linoleico n6 (C18:2n6), oleico (C18:1w-9) y palmítico(C16:0).

Betancourt y Diaz (2014) encontraron para carne de cuyes valores similares a los encontrados en esta investigación para los ácidos grasos palmítico (25.3 por ciento), palmitoleico (1.3 por ciento), oleico (24.7 por ciento) linoleico n6 (31.3 por ciento) y linoleico n3 (7.7 por ciento). Los altos valores del ácido linoleico n6 (omega 6) concuerdan con lo señalado por Betancourt y Diaz que los animales alimentados con alimentos de engorde convencionales tienen mayores cantidades de omega 6 en su carne debido a los insumos utilizados en el alimento dado, como la soya, que es rica en ácidos grasos omega 6.

**Tabla 24: Resultado de grasas en carne de cuyes en porcentaje de grasas totales**

Suma y cocientes	Sistemas de Alimentación		
	Tratamiento control	Tratamiento 1	Tratamiento 2
$\sum$ AGS	24.37 <sup>a</sup> ±1.02	33.44 <sup>b</sup> ±0.68	35.85 <sup>b</sup> ±5.59
$\sum$ AGMI	24.58 <sup>a</sup> ±0.90	25.37 <sup>a</sup> ±0.42	24.88 <sup>a</sup> ±3.29
$\sum$ AGPI	51.05 <sup>a</sup> ±1.92	41.19 <sup>b</sup> ±1.10	39.27 <sup>b</sup> ±8.88
$\sum$ Omega 6 (n-6)	43.59 <sup>a</sup> ±1.29	34.83 <sup>b</sup> ±0.92	37.14 <sup>c</sup> ±0.38
$\sum$ Omega 3 (n-3)	6.88 <sup>a</sup> ±0.52	5.96 <sup>b</sup> ±0.27	5.73 <sup>b</sup> ±0.10
n-6/n-3	6.35 <sup>a</sup> ±0.29	5.70 <sup>b</sup> ±0.06	6.49 <sup>a</sup> ±0.12
AGPI/AGS	2.04 <sup>a</sup> ±0.15	1.21 <sup>b</sup> ±0.05	1.27 <sup>b</sup> ±0.02
$\sum$ DFA	80.52	70.97	70.73

AGS: Ácidos grasos saturados, AGMI: Ácidos grasos monoinsaturados, AGPI: Ácidos grasos poliinsaturados, n-3: Omega, n-6: Omega 6, DFA: Ácidos grasos deseables (suma de AGMI + AGPI + C:18).

<sup>ab</sup> Letras iguales indican que no hay diferencia significativa, letras diferentes indican que hay diferencia significativa

Según los resultados obtenidos para grasas saturadas, se observó que la grasa saturada se incrementa de manera similar en el T1 (33.44 por ciento) y T2 (35.85 por ciento) con respecto al TC (24.37 por ciento). El T1 y T2 son los que incluyen harina de larvas de mosca

soldado en su composición (50 por ciento de la proteína en el caso del T1, 100 por ciento de la proteína en el caso del T2). La harina de larvas de mosca soldado utilizada en esta investigación tuvo 72.4 por ciento de grasas saturadas en su composición (en porcentaje de grasas totales), lo que explicaría este resultado. Cabe resaltar que hubiese sido esperado que el T2, que tiene 100 por ciento de su proteína proveniente de la harina de larvas de mosca soldado tuviese más grasa saturada que el T1. Es probable que algún componente de la harina de insectos interfiera para que esto suceda. La HLMS tiene quitina en su composición. Existen estudios que muestran que la quitina interfiere con la absorción de proteína en cerdos y otros animales mono gástricos (Sánchez-Muros *et al.* 2014). Podría ser posible que en el caso de los cuyes exista una interferencia por parte de la quitina con la asimilación de grasas en la carne. Mayores estudios se tendrían que hacer para investigar esto.

El contenido de grasas saturadas encontrado en la carne de cuyes de este estudio muestran resultados similares a los encontrados por Betancourt y Diaz (2014) para cuyes de engorde con alimento tradicional (32.6 por ciento), Kouakou *et al.* (2013) en cuyes alimentados con diferentes forrajes (33.44 por ciento y 32.89 por ciento), Huamaní *et al.* (2016), en donde evaluaron cuyes alimentados solo con forraje verde, con alimento concentrado y forraje verde y solo con concentrado (27.94 por ciento) y Guevara *et al.* (2016), que evaluó la inclusión de harina de pescado y aceite de sacha inchi en la dieta de cuyes comparándolo con el alimento tradicional de engorde a base de soya (30.45 por ciento).

En cuanto a las grasas monoinsaturadas no hay diferencias significativas en el contenido de grasas monoinsaturadas entre los tres diferentes tratamientos (TC:24.6 por ciento, T1:25.38 por ciento, T2: 23.35 por ciento). Los valores obtenidos son similares a los obtenidos por Betancourt y Diaz (2014) de 26.1 por ciento, Huamaní *et al.* (2016) de 21.66 por ciento y Guevara *et al.* (2016) de 26.09 por ciento.

Se encontró diferencias significativas en los valores de las grasas poliinsaturadas entre los tres tratamientos materia del estudio. Encontramos que la carne de cuyes del TC tiene los valores más altos de ácidos grasos poliinsaturados (51.02 por ciento) con respecto al T1 (41.17 por ciento) y al T2 (43.48 por ciento). Los valores obtenidos para los ácidos grasos poliinsaturados son similares a los obtenidos por Betancourt y Diaz (2014) de 40.3 por ciento, Kouakou *et al.* (2013) de 51.3 por ciento, Huamaní *et al.* (2016) de 49.87 por ciento

y Guevara *et al.* (2016) de 42.88 por ciento. La disminución del contenido de ácidos grasos poliinsaturados en la carne de los cuyes del T1 y T2 está directamente relacionado con el incremento de ácidos grasos saturados obtenido. Este incremento de ácidos grasos saturados disminuye la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados en la carne de los cuyes.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Cullere *et al.* (2017) en su investigación donde alimentaron codornices con harina de larvas de mosca soldado y donde encontraron un incremento de grasas saturadas y monoinsaturadas y una disminución de las grasas poliinsaturadas en la carne de la pechuga de las codornices alimentadas con harina de larvas de mosca soldado (Tabla 25).

**Tabla 25: Efecto de la inclusión de harina de larvas de mosca soldado en el perfil de ácidos grasos (% de ácidos grasos totales) en carne de pechuga de codorniz japonesa**

	<b>HC</b>	<b>H1</b>	<b>H2</b>
<b>AGS</b>	34.6	37.3	37.9
<b>AGMI</b>	13.3	14.6	16.3
<b>AGPI</b>	42.7	40.3	38
<b>n-6/n-3</b>	9.34	11.5	14.7
<b>AGPI/AGS</b>	1.23	1.08	1.00

Fuente: Adaptado de Cullere *et al.* (2017).

AGS: ácidos grasos saturados, AGMI: Ácidos grasos poliinsaturados, AGPI: Ácidos grasos poliinsaturados  
 HC: tratamiento control sin harina de larvas de mosca soldado en alimento, H1: inclusión de 10% de harina de larvas de mosca soldado en el alimento, H2: inclusión de 15% de harina de larvas de mosca soldado en el alimento.

También encontraron resultados similares a los de esta investigación Schiavone *et al.* (2017) en donde reemplazaron el aceite de soya por grasa de larvas de mosca soldado en la alimentación de pollos de engorde. Encontraron para la carne de pechuga de pollo, un incremento en la cantidad de grasa saturada en detrimento de las grasas poliinsaturadas. En su investigación la grasa monoinsaturada no sufrió cambios entre la carne de pechuga de pollo de los tres diferentes tipos de alimentación dada (Tabla 26). Esto es similar a lo ocurrido en la presente investigación en donde la grasa monoinsaturada de la carne de cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de harina de larvas de mosca soldado se mantuvo igual pero incremento la grasa saturada y disminuyó la grasa poliinsaturada en la carne de los cuyes.

**Tabla 26: Perfil de ácidos grasos (porcentaje de ácidos grasos totales) de pechuga de pollos de engorde alimentados con niveles crecientes de grasa de larvas de mosca soldado**

	Control	50% BSLF	100% BSLF
AGS	32.2	37.8	43.5
AGMI	22.7	23	22.9
AGPI	36.8	31.1	26.4
n-6/n-3	12.7	13.2	13.8
AGPI/AGS	1.14	0.822	0.6

Fuente: Adaptado de Schiavone *et al.* (2017).

AGS: ácidos grasos saturados, AGMI: Ácidos grasos monoinsaturados, AGPI: Ácidos grasos poliinsaturados  
Control: tratamiento control sin grasa de larvas de mosca soldado en alimento, 50% BSLF: inclusión de 50% de grasa de larvas de mosca soldado en el alimento, 100%BSLF: inclusión de 100% de grasa de larvas de mosca soldado en el alimento.

La variación en las grasas saturadas y poliinsaturadas perjudica el cociente de ácidos grasos omega 6/ omega 3. Es sabido que un cociente omega 6/omega 3 < 4 es deseable para tener la proporción adecuada de estos ácidos grasos esenciales que son importantes en la salud de los seres humanos. Niveles muy elevados de este cociente repercuten negativamente en los niveles de colesterol y triglicéridos de las personas.

El cociente omega 6/omega 3 de la carne de cuyes alimentados con el TC fue de 6.33, el de los cuyes del T1 fue de 5.77 y el del T2 fue de 6.48. Podríamos decir que hay una ligera mejora en el cociente obtenido del T1. La harina de larvas de mosca soldado tiene aproximadamente 2.4 por ciento de ácidos grasos omega 6 y 0.37 por ciento de ácidos grasos omega 3, con un cociente omega 6/omega 3 de 6.48.

La composición de ácidos grasos de la harina de larvas de mosca soldado está estrechamente relacionada con el alimento que se les proporciona. Se podría obtener un mejor perfil de ácidos grasos en la harina de larvas de mosca soldado si estas fueran alimentadas con alimentos ricos en omega 3, como residuos de pescado por ejemplo (Tschirner y Simon 2015; Veldkamp y Bosch 2015). De esta manera, consiguiendo una harina de larvas de mosca soldado rica en omega 3 se podría mejorar el cociente omega 6/omega 3 en la carne de cuyes alimentados con harina de larvas de mosca soldado, ya que estos animales si responden positivamente a la inclusión de insumos ricos en omega 3 en su dieta (Guevara *et al.* 2016).

Observando la relación AGPI/AGS obtenido en el presente estudio, podríamos decir que la inclusión de harina de larvas de mosca soldado repercute negativamente en este cociente ya que va disminuyendo conforme hay más porcentaje de harina de larvas de mosca soldado en la alimentación de los cuyes (TC:2.095, T1:1.23, T2:1.3).

Podemos concluir de estos resultados que la inclusión de harina de larvas de mosca soldado en la dieta de cuyes como fuente de proteína tiene un efecto sobre la calidad de la grasa de la carne de los cuyes y sobre la composición de ácidos grasos de la misma, incrementándose la grasa saturada en la carne en desmedro de la cantidad de grasa poliinsaturada de la misma. No parece haber influencia sobre la grasa monoinsaturada.

#### **4.6. PERFIL DE AMINOÁCIDOS**

En términos generales el perfil de aminoácidos tiene valores similares en la carne de los cuyes alimentados con los tres diferentes sistemas de alimentación, indistintamente de si la proteína del alimento fue torta de soya o diferentes niveles de harina de larvas de mosca soldado (Tabla 27).

Estos resultados concuerdan con los de Pieterse *et al.* (2018) encontrados para carne cocida de pechuga de pollos alimentados con diferentes niveles de harina de larvas de mosca soldado, en donde encontró que no había variación en los niveles de aminoácidos de la carne de pechuga de pollo proveniente de los diferentes tratamientos. Cullere *et al.* (2017) encontró para carne de pechuga de codornices alimentadas con 15 por ciento de harina de larvas de mosca soldado un incremento en el ácido aspártico, ácido glutámico, alanina, serina, tirosina y treonina.

Las diferencias encontradas, las cuales son muy pequeñas, pueden deberse a los diferentes niveles de inclusión de la harina de larvas de mosca soldado en el alimento, así como las diferencias entre las especies animales estudiadas. No se encontraron estudios de perfil de aminoácidos en carne de cuyes para poder comparar los resultados obtenidos. Así mismo, la composición de las larvas de mosca soldado puede variar según el sustrato con el que han sido alimentadas (Veldkamp y Bosch 2015). Podemos decir que los diferentes sistemas de alimentación no tienen influencia en la calidad proteica de la carne de los cuyes.



**Tabla 27: Perfil de aminoácidos de la harina de larvas de mosca soldado y de carne de cuyes alimentados con harina de larvas de mosca soldado en porcentaje de aminoácidos totales**

Aminoácido	Sistemas de Alimentación			
	Harina de Insectos	Tratamiento control (HI0)	Tratamiento 1	Tratamiento 2
Aspartico	9.03	9.83 <sup>a</sup> ±0.32	9.78±0.02	9.70a±0.22
Ácido Glutámico	11.2	15.31 <sup>a</sup> ±0.44	15.24±0.19	14.69a±0.36
Serina	4.4	4.51 <sup>a</sup> ±0.08	4.48b±0.04	4.36c±0.03
Glicina	5.5	6.84 <sup>a</sup> ±0.44	5.89a±0.35	6.60a±0.71
Histidina	2.2	2.28 <sup>b</sup> ±0.09	2.25a±0.032	2.73ab±0.08
Treonina	3.32	5.07 <sup>a</sup> ±0.64	4.54a±0.11	4.50a±0.22
Alanina	3.1	3.41 <sup>a</sup> ±0.22	3.57a±0.04	3.64a±0.09
Arginina	16.4	12.40 <sup>a</sup> ±0.11	12.18a±0.11	12.52a±0.05
Prolina	5.9	5.01 <sup>a</sup> ±0.18	4.60a±0.1828	4.91a±0.37
Tirosina	6.14	3.47 <sup>a</sup> ±0.13	3.47a±0.0083	3.45a±0.08
Valina	6.55	4.80 <sup>a</sup> ±0.08	4.92a±0.054	4.75a±0.13
Metionina	1.82	2.77 <sup>a</sup> ±0.11	2.75a±0.01	2.65a±0.08
Isoleucina	4.48	4.08 <sup>a</sup> ±0.02	4.40b±0.07	4.65c±0.08
Leucina	7.3	3.75 <sup>a</sup> ±4.32	7.97a±0.21	8.54a±0.20
Fenilalanina	5.14	5.94 <sup>a</sup> ±1.96	4.83a±0.16	4.43a±0.04
Lisina	5.85	6.02 <sup>a</sup> ±2.03	8.18a±0.17	6.83a±0.25
Triptofano	1.72	4.49 <sup>a</sup> ±4.10	0.92a±0.06	1.01a±0.11
Proteína total	46.9	16.33 <sup>a</sup> ±1.47	16.99a±0.62	15.85a±0.90

<sup>a</sup> Letras iguales indican que no hay diferencia significativa, letras diferentes indican diferencia significativa.

Los resultados obtenidos para el perfil de aminoácidos de la carne de cuyes alimentados con diferentes niveles de harina de mosca soldado como fuente proteica tuvieron resultados similares entre los tres tratamientos (Tabla 27). Solo se encontraron diferencias significativas en los contenidos de serina (Tratamiento Control > Tratamiento1 > Tratamiento 2, histidina (Tratamiento 2 > tratamiento 1 y tratamiento 2 > tratamiento control) e isoleucina (Tratamiento Control > Tratamiento1 > Tratamiento 2. En el resto de aminoácidos determinados en este estudio no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

## V. CONCLUSIONES

1. La inclusión de harina de larvas de mosca soldado negra en la alimentación de cuyes como sustituto de la proteína de soya en el alimento convencional no tiene efectos significativos en las características fisicoquímicas de la carne de cuy (pH, color, capacidad de retención de agua).
2. La inclusión de harina de larvas de mosca soldado negra en la alimentación de cuyes, como sustituto de la proteína de soya del alimento convencional incrementa el contenido de cenizas y disminuye el contenido de grasas de la carne de los cuyes; sin embargo, se incrementa la cantidad de grasas saturadas disminuyendo las grasas poliinsaturadas.
3. La inclusión de harina de larvas de mosca soldado negra en la alimentación de cuyes, como sustituto de la proteína de soya del alimento convencional no tuvo un efecto significativo en el perfil de aminoácidos, a excepción de los aminoácidos serina, histidina e isoleucina, donde se pudo observar una ligera variación.
4. Es factible la inclusión de harina de larvas de mosca soldado negra en los niveles de 7.1 y 14.3 en la alimentación de cuyes debido a que no altera el valor nutricional y las características tecnofuncionales de su carne.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Realizar la misma investigación, pero con harina de larvas de mosca soldado alimentadas con residuos ricos en omega 3 para evaluar si así se mejora el perfil de ácidos grasos poliinsaturados de la carne de cuyes.
2. Probar con otros niveles de inclusión de harina de larvas de mosca soldado en el alimento para cuyes.
3. Realizar otras investigaciones sustituyendo la grasa de la soya por la grasa de las larvas de la mosca soldado e investigar los cambios que se podrían dar en el perfil de ácidos grasos.
4. Investigar como cambiaría el perfil de ácidos grasos y de aminoácidos de la harina de larvas de mosca soldado con larvas alimentadas con diferentes sustratos.
5. Investigar la aceptabilidad de los consumidores de la carne de cuyes alimentados con harina de larvas de mosca soldado.
6. Realizar la misma investigación utilizando carne de cuyes con piel para los análisis proximales, perfil de amino ácidos y perfil de ácidos grasos.
7. Sería recomendable realizar perfil de aminoácidos y ácidos grasos al alimento balanceado dado a los cuyes.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adegoke, G.O.; Falade, K.O. 2005. Quality of meat. Journal of food, agriculture and environment.
- Aliaga, L.; Moncayo, R.; Rico, E.; Caycedo, A. 2009. Producción de Cuyes. Lima, Perú, Fondo de la Universidad Católica Sedes Sapientae.
- Aliaga Rodriguez, L. 1979. Producción de cuyes. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Aliaga Rodríguez, L. 1993. Crianza de cuyes (No. L01 A4 No. 9-S). Instituto Nacional de Investigación Agraria, Lima (Perú). Dirección General de Investigación Agraria; Proyecto Transformación de la Tecnología Agropecuaria (TTA). Lima, Perú.
- Al-Qazzaz M.F.A.; Ismail, D.; Akit, H.; Idris, L.H. 2016. Effect of using insect larvae meal as a complete protein source on quality and productivity characteristics of laying hens. R. Bras. Zootec. vol.45 no.9 Viçosa Sept. 2016.
- American Official Analytical Chemist International (AOAC). 2019. Official Methods of Analysis. (21<sup>st</sup> Edition).
- Apráez-Guerrero, J.E.; Fernández-Pármio, L.; Hernández-González, A. 2008. Efecto del empleo de forrajes y alimentos no convencionales sobre el comportamiento productivo, rendimiento en canal y calidad de la carne de cuyes (*Cavia porcellus*) vet.zootec. 2(2): 29-34, 2008
- Argote. V.F.; Cuervo, M.R. 2011. Agroindustrialización de la carne de cuy. Universidad de San Buenaventura. Cali.

- Avilés-Esquivel, D.F.; Martínez, A.M.; Landi, V.; Delgado, J.V. 2014. El Cuy (*cavia porcellus*): Un recurso andino de interés agroalimentario. *Animal genetic resources*. 55,87-91
- Barragan-Fonseca, K.; Dicke, M.; Van Loon, J. 2017. Influencia de la densidad larvaria y la concentración de nutrientes en la dieta sobre el rendimiento, la proteína corporal y el contenido de grasa de las larvas de la mosca soldado negra (*Hermetia illucens*). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 166: 761–770.
- Benjamini, Y. & Hochberg, Y. 1995. Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society Series B*, 57, 289–300. <http://www.jstor.org/stable/2346101>.
- Betancourt, L.; Diaz, J. 2014. Fatty Acid Profile Differences among the Muscle Tissue of Three Rodents. *Journal of Food and Nutrition Research*. 2014 vol: 2 (10) pp: 744-748
- Blight, E. & Dyer, W.J. 1959. A rapid method of total extraction and purification of lipids. *Can. J. Biochem. Physiol*, 911-917.
- Boerema, A.; Peeters, A.; Swolfs, S.; Vandevenne, F.; Jacobs, S.; Staes, J.; Meire, P. 2016. Soybean Trade: Balancing Environmental and Socio-Economic Impacts of an Intercontinental Market. *PLOS ONE* 11(5): e0155222. doi:10.1371/journal.pone.0155222
- Bolton, R. 1979. Education Guinea Pigs, Protein, and Ritual. *Ethnology*. Vol. 18(3): 229-252.
- Bolton, R. & Calvin, L. 1981. El cuy en la cultura Peruana contemporánea. En *Runakunap kawsayminkupaq Rurasqankunaga*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bolton, R.; Flores, J.; Calvin, L. 2012. Alpacas y cuyes en la etnografía Andina. Lima: Editorial Horizonte. 297 pp.

- Caycedo, A. 2000. Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia. 323 pp.
- Centro de estudios Agropecuarios. 2001. Crianza de cuyos. Serie Agronegocios. Grupo Editorial Iberoamérica, México.
- Chapagain, A.K.; Hoekstra, A.Y. 2003. Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products. Value of Water Research Report Series No. 13 UNESCO.
- Chauca, L.; Higaonna, R.; Saravia, J.; Muscari, J.; Gamarra, J. & Florian, A. 1992. Factores que afectan el rendimiento de carcasa en cuyes. XV Reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA), Pucallpa, Perú.
- Chauca, L. 1997. Producción de Cuyes (*Cavia porcellus*). Producción y Sanidad Animal 138. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.(FAO).
- Charlton, A.J.; Dickinson, M.; Wakefield, M.E.; Fitches, E.; Kenis, M.; Han, R.; Zhu, F.; Kone, N.; Grant, M.; Devic, E.; Bruggeman, G.; Prior, R.; Smith, R. 2015. Exploring the chemical safety of fly larvae as a source of protein for animal feed. Journal of Insects as Food and Feed, 1(1): 7-16.
- Collazos, C. 1993. La Composición de alimentos de mayor consumo en el Perú. (6<sup>ta</sup> ed.). Lima, Perú: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Nutrición.
- Coronado, S.M. 2007. Manual técnico para la crianza de cuyes en el Valle del Mantaro. Talleres Gráficos PRESSCOM; Huancayo, Perú. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/58472339/2/Propiedades-y-Valor-Nutritivo-de-la-Carne-de-Cuy>
- Crespo, N.J. 2012. La Carne de Cuy: nuevas propuestas para su uso. Cuenca. Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1563/1/tgas26.pdf>

- Cullere, M.; Tasoniero, G.; Giaccone, V.; Acuti, G.; Marangon, A.; Dalle Zotte, A. 2017. Black soldier fly as dietary protein source for broiler quails: meat proximate composition, fatty acid and amino acid profile, oxidative status and sensory traits. *Animal*, 12(03): 640-647.
- Cutrignelli, M.I.; Messina, M.; Tulli, F.; Randazzo, B.; Olivotto, I.; Gasco, L.; Loponte, R.; Bovera, F. 2018. Evaluación de una harina de insectos de la Mosca Soldada Negra (*Hermetia illucens*) como sustituto de la soya: morfometría intestinal, actividad enzimática y microbiana en gallinas ponedoras. *Investigación en Ciencias Veterinarias*, 117: 209-215.
- Dabbou, S.; Gai, F.; Biasato, I.; Capucchio, M.T.; Biasibetti, E.; Dezzutto, D.; Meneguz, M.; Plachá, I.; Gasco, L.; Schiavone, A. 2018. Comida desgrasada con mosca soldado negra como fuente de proteína en la dieta para pollos de engorde: efectos sobre el rendimiento de crecimiento, características de la sangre, morfología intestinal y características histológicas. *Journal Animal Science Biotechnology*, 9: 49.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2011. La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050. Disponible en [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues\\_papers/Issues\\_papers\\_SP/La\\_agricultura\\_mundial.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf)
- Flores-Manchero, C.I.; Duarte, C.; Salgado-Tello, I. 2016. Caracterización de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) para utilizarla en la elaboración de un embutido fermentado. *Revista Ciencia y Agricultura (Rev. Cien. Agri.)* Vol. 14 (1). ISSN 0122-8420. Enero - Junio 2017, pp. 39-45. Tunja (Boyacá) - Colombia.
- Foley, J.A.; Ramankutty, N.; Brauman, K.A.; Cassidy, E.S.; Gerber, J.S.; Johnston, M.; Mueller, N.D.; O'Connell, C.; Ray, D.R.; West, P.C.; Balzer, C.; Bennett, E.M.; Carpenter, S.R.; Hill, J.; Monfreda, C.; Polasky, S.; Rockstro, J.; Sheehan, J.; Siebert, S.; Tilman, D.; Zaks, D.P.M. 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478(7369).

- García Fernández, F.; Sánchez Muñoz, N.E.; Sánchez Tovar, Y. 2014. Estrategias para potenciar la cadena de valor de la soya en la región El Mante (Tamaulipas), México. *Agroalimentaria*, vol. 20(39): 119-135.
- Gault, N.F.S. 1985. The relationships between waterholding capacity and cooked meat tenderness in some beef muscle as influenced by acidic conditions below the ultimate pH.
- Gil, V.S. 2007. Importancia del cuy y su competitividad en el mercado Arch. Latinoam. Prod. Anim. Vol. 15 (Supl. 1)
- Grandin, T. 2001. Livestock- handling quality assurance. *J. Anim. Sci.*
- Grau, R.; Hamm, R. 1957. Capacidad de retención de agua del musculo mamifero. *Zeitschr für Lebens. Untersuchung und Forschung* 105:446-460.
- Guevara, J.; Rojas, S.; Carcelén, F.; Seminario, L. 2016. Enriquecimiento de la Carne de Cuy (*Cavia porcellus*) con Ácidos Grasos Omega-3 Mediante Dietas con Aceite de Pescado y Semillas de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*). *Rev Inv Vet Perú* 2016; 27(1): 45-50
- Hamm, R. 1960. Biochemistry of meat hydration. *Adv. Food Res.*1960:355-463
- Heinrikson, R.; Meredith, S. 1984. Amino Acid Analysis by reverse-phase high performance liquid chromatography: Precolumn derivatization with phenylisothiocyanate. *Analytical Biochemistry* 136: 65-74.
- Henry, M.; Gascob, L.; Piccoloc, G.; Fountoulakia, E. 2015. Review on the use of insects in the diet of farmed fish: Past and future. *Animal Feed Science and Technology* 203. 1–22.
- Hernández, C. 2015. Efecto del sexo y edad de sacrificio sobre los quintos cuartos y la calidad de la canal de cuy. Universidad nacional de Chimborazo. Facultad de ingeniería. Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial. Riobamba, Ecuador



- Hernández-Canul, D.; Cruz-Hernández, A.; De la Cruz-Lázaro, E.; Crosby-Galván, M.M.; Hernández-Sánchez, D.; Gómez-Vázquez, A. 2016. Característica físico química de la calidad de carne de corderas pelibuey alimentadas con diferentes niveles de proteína y pasto Tanzania. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos* Vol. 1, No. 2 (2016) 512-517.
- Higaonna, R.O.; Muscari, J.G.; Chauca, L.F.; Pinto, G.A. 2006. Caracterización de la carcasa de seis genotipos de cuyes. Reunión anual de la asociación peruana de producción animal. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria – Cosecha Urbana/CIP
- Higaonna, R.O.; Muscari, J.G.; Chauca, L.F.; Astete, F. 2008. Composición química de la carne de cuy (*Cavia porcellus*). INIA, Investigaciones en cuyes. Trabajos presentados a la Asociación Peruana de Producción Animal.
- Higaonna, R.O.; Muscari, J.G.; Chauca, L.F.; Astete, F. 2008. Componentes histológicos de la carcasa de cuy (*Cavia porcellus*) INIA, Investigaciones en cuyes. Trabajos presentados a la Asociación Peruana de Producción Animal.
- Huamaní, G.; Zea, O.; Gutiérrez, G.; Vílchez, C. 2016. Efecto de Tres Sistemas de Alimentación sobre el Comportamiento Productivo y Perfil de Ácidos Grasos de Carcasa de Cuyes (*Cavia porcellus*). *Rev Inv Vet Perú* 2016; 27(3):486-494
- Hulot, F.; Ouhayoun, J. 1999. Muscular pH and related traits in rabbits: a review. *World Rabbit Science*. vol 7(1): 15-36
- Inoue, K.; Patiño, A.; Su, S.; Teraoka, C. 2002. Estudio de pre factibilidad para la instalación de una granja industrial de cuyes (*Cavia porcellus*) y la comercialización de su carne envasada y refrigerada para el mercado de Lima Metropolitana. (Tesis de Grado). Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Kajjak, N. 2003. Avances de la evaluación de la calidad de la carne de diferentes tipos de líneas de cuyes en la EE Santa Ana, Huancayo. *Investigaciones en Cuyes*. APPA 1994-2007. Tomo II (2008).

- Khan, S.; Khan, R.; Alam, W.; Sultan, A. 2018. Evaluating the nutritive profile of three insect meals and their effects to replace soya bean in broiler diet. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 102 (2):e662-e668.
- Kobashigawa, M.N. 2016. Efecto del tiempo de maduración sobre la calidad de carne de cuy (*Cavia porcellus*) post faenado. (Tesis de Grado). Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. 116 pp.
- Kouakou, N.; Grongnet, J.; Assidjo, E.; Thys, E. 2013. Effect of a supplementation of *Euphorbia heterophylla* on nutritional meat quality of Guinea pig (*Cavia porcellus* L.). *Meat Science* 93 (2013) 821–826
- Lalander, C.H.; Fidjeland, J.; Diener, S.; Erikson, S.; Vinneras, B. 2015. High waste-to-biomass conversion and efficient *Salmonella spp* reduction using Black Soldier Fly for waste recycling. *Agronomy for Sustainable Development* 35:261-271.
- Lammers, P.J.; Carlson, S.L.; Zdorkowski, G.A.; Honeyman, M.S. 2009. Reducing food insecurity in developing countries through meat production: the potential of the guinea pig (*Cavia porcellus*).2009. *Renewable Agriculture and Food Systems*: 24(2): 155–162.
- Leff, B.; Ramankutty, N.; Foley, J.A. 2008. Geographic distribution of major crops across the world. *Global Biogeochemical Cycles*, Vol. 18.
- Loayza, M. 2015. Efecto de la adición de selenio orgánico en la dieta del cerdo sobre las propiedades tecnológicas de la carne. Tesis Universidad Nacional Agraria. Facultad de Industrias Alimentarias.
- Lock, E.; Arsiwalla, T.; Waagbo, R. 2015. Insect larvae meal as an alternative source of nutrients in the diet of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) postsmolt. *Aquaculture Nutrition* 22(6):1202-1213.

- Longvah, T.; Mangthya, K.; Ramulu, P. 2011. Nutrient composition and protein quality evaluation of eri silkworm (*Samia ricinii*) prepupae and pupae. *Food Chemistry* 128 (2011) 400–403
- Makkar, H.P.S.; Tran, G.; Heuzé, V.; Ankers, P. 2014. Estado del arte en el uso de insectos como alimento para animales. *Ciencia y tecnología de la alimentación animal* 197: 1-33.
- Marono, S.; Loponte, R.; Lombardi, P.; Vassalotti, G.; Pero, M.E.; Russo, F.; Gasco, L.; Parisi, G.; Piccolo, G.; Nizza, S.; Di Meo, C.; Attia, Y.A.; Bovera, F. 2017. Productive performance and blood profiles of laying hens fed *Hermetia illucens* larvae meal as total replacement of soybean meal from 24 to 45 weeks of age. *Poultry Science* 96(6): 1783-1790.
- Maurer, V.; Holinger, M.; Amsler, Z.; Früh1, B.; Wohlfahrt1, J.; Stamer, A.; Leiber, F. 2015. Reemplazo de pastel de soya por harina de *Hermetia illucens* en dietas por capas. *Journal of insects as food and feed* 2(2): 83-90.
- Mesa. L.C. 2014. El sector agroalimentario en el contexto internacional: el caso de la soya Temas de Economía Mundial IV Edición Especial Evento Jóvenes 2013. Centro de Investigaciones de la Economía Mundial (CIEM) Calle 22 No. 309 entre 3ra y 5ta Avenida, Miramar, Habana 13, C.P. 11 300, Cuba
- Miao, Y.; Zhenming, L.; Weidong, C.; Ting, R.; Gang, W., Jianhao, L.; Xian Yong, M. 2019. Use of *Hermetia illucens* larvae as a dietary protein source: effects on growth performance, carcass traits and meat quality in finishing pigs. *Meat Science* 2019.
- Montgomery, D. 2004. Diseño y análisis de experimentos. México: Editorial Limusa.
- Moreno, R.A. 1989. El cuy. Lima Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Nakandakari, L.; Gutiérrez, E.; Chauca, L.; Valencia, R. 2014. INVESTIGACIÓN ORIGINAL / ORIGINAL RESEARCH Medición del pH intramuscular del cuy (*Cavia porcellus*) durante las primeras 24 horas post beneficio tradicional. Measurement of

intramuscular pH of guinea pigs during 24 hours after sacrifice. *Salud tecnol. Vet* 2014 vol: 2 pp.: 99-105

Newton, G.L.; Booram, C.V.; Barker, R.W.; Hale, O.M. 1977. Dried *Hermetia illucens* larvae meal as a supplement for swine. *Journal of Animal Science* 44: 395 – 399.

OECD/FAO. 2012. OECD-FAO Agricultural Outlook 2012, OECD Publishing, Paris, [https://doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2012-en](https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2012-en).

Pieterse, E.; Erasmus, S.; Uushona, T.; Hoffman, L. 2018. Black soldier fly (*Hermetia illucens*) pre-pupae meal as a dietary protein source for broiler production ensures a tasty chicken with standard meat quality for every pot. *Journal of the Science of Food and Agriculture* vol: 99 (2) pp: 893-903

Pigièrre, F.; Van Neer, W.; Ansieau C.; Denis, M. 2012. New archaeozoological evidence for the introduction of the guinea pig to Europe. *Journal of Archaeological Science* 39.

Pimentel, D.; Pimentel, M. 2003. Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. *Am J Clin Nutr*.

Pla, M.; Hernandez, P.; Blasco, A. 1996. Carcass Composition and Meat Characteristics of Two Rabbit Breeds of Different Degrees of Maturity. *Meat Science*, Vol. 44, Nos 1-2, 85-92, 1996

Prevot, A.F. & Mordret, F.X. 1976. Use of glass capillary columns in gas chromatography for the analysis of fats. *Revue française des corps gras*.

Rengifo; L.I. 2010. Capacidad de retención de agua y ph en diferentes tipos de carnes y en embutido. (Tesis de Grado). Tingo María, Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva. 76 pp.

Reyes, M.; Gomez-Sanchez, I.; Espinoza, C. 2017. Tablas peruanas de composición de alimentos. Lima, Perú: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud. 70 pp.

- Hannah, R. and Roser, M. 2021. Forests and Deforestation. Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: <https://ourworldindata.org/forests-and-deforestation> [Online Resource]
- Rosenfeld, S. 2008. Delicious guinea pigs: Seasonality studies and the use off at in the pre-Columbian Andean diet. *Quaternary international* 180:127-134.
- Salvá, B. 2009. Caracterización de la carne y charqui de alpaca (*Vicugna pacos*). (Tesis de Doctorado). Universidad de León, Facultad de Veterinaria, Departamento de Higiene y Tecnología de los Alimentos. León, España.
- Sánchez-López, E.; Pérez-Linares, C.; Herrera-Slim, B.; Barreras-Serrano, A.; Figueroa-Saavedra, F. 2015. Efecto de la temperatura sobre los valores colorimétricos de la carne de bovino estimulada eléctricamente. *Arch Med Vet* 47, 293-299 (2015)
- Sánchez-Macías, D.; Castro, N.; Rivero, M.A.; Argüello, A.; Morales-de la Nuez, A. 2016. Proposal for standard methods and procedure for guinea pig carcass evaluation, jointing and tissue separation. *Journal of Applied Animal Research*, 44:1.
- Sánchez-Macías, D.; Cevallos-Velastegui, L.; Nuñez-Valle, D.; Morales-de la Nuez, A. 2019. First report of postmortem pH evolution and rigor mortis in guinea pigs, *Livestock Science*, Volume 229, p. 22-27.
- Sánchez-Muros, M-J.; Fernando, A.; Barroso, G.; Manzano-Agugliaro, A. 2014. Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. *Journal of Cleaner Production* 65, 16, 27
- Schiavone, A.; De Marco, M.; Martínez, S.; Dabbou, S. 2017. Nutritional value of a partially defatted and a highly defatted black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) meal for broiler chickens: apparent nutrient digestibility, apparent metabolizable energy and apparent ileal amino acid digestibility. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 8(1).

- Spranghers, T.; Ottoboni, M.; Klootwijk, C.; Owyn, A.; Deboosere, S.; Meulenaer, B.; Michiels, J.; Eeckhout, M.; Clercq, P.; Smet, S. 2017. Composición nutricional de la prepupa de la mosca del soldado negro (*Hermetia illucens*) sobre diferentes sustratos de desechos orgánicos. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 97 (8): 2594-2600.
- Solórzano, J.D.; Sarria, J.A. 2014. Crianza, producción y comercialización de cuyes. Macro. 191 pp.
- Stamer, A. 2015. Insect proteins, a new source for animal feed. *Embo reports*. Vol 16(6).
- Stamer, A.; Wessels, S.; Neidigk, R.; Hoerstgen-Schwark, G. 2014. Is insect-meal an alternative to fishmeal in aquaculture diets? Black soldier fly (*Hermetia Illucens*) larvae as an example for a potentially new feed ingredients class. In Building Organic Bridges, Rahmann, G; Aksoy, U. (eds), p 1043 – 1046. Istanbul, Turkey:Thuenen Report 20, Proceedings of the 4<sup>th</sup> ISOFAR Scientific Conference at the Organic World Congress 2014. 13-15 October 2014 in [http://orgprints.org/24223/1/24223\\_MM.pdf](http://orgprints.org/24223/1/24223_MM.pdf)
- Tschirner, M.; Simon, A. 2015. Influence of different growing substrates and processing on the nutrient composition of black soldier fly larvae destined for animal feed. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1(4): 249-259
- Veldkamp, T.; Bosch, G. 2015. Insectos: un ingrediente alimentario rico en proteínas en dietas para cerdos y aves. *Fronteras de los Animales*. 5: 45 – 50.
- Yu, M.; Li, Z.; Chen, W. 2019. Use of *Hermetia illucens* larvae as a dietary protein source: Effects on growth performance, carcass traits, and meat quality in finishing pigs. *Meat Science*, <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.05.008>
- Zacarias Rodriguez, B.; Calsin, M.; Aro, M. 2017. Determinación del tiempo de vida útil de la carne curada de cuy (*Cavia porcellus* L.) utilizando diferentes concentraciones de cloruro de sodio. *Rev. Investig. Altoandin.* 2017; Vol 19 N° 1: 53 - 62

Zaldívar, A.; Chauca, F.L. 1975. Crianza de cuyes. Boletín técnico N°81. Ministerio de Agricultura, Lima, Perú.

Zhang, J.; Xiao, X.; Jin, P.; Zheng, L.; Cai, M.; Yu, Z.; Yu, J. 2018. Efectos de la proteína de la harina de larvas de la mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) como sustituto de la harina de pescado en el crecimiento e índice inmunológico del bagre amarillo (*Pelteobagrus fulvidraco*). *Aquaculture Research* 49:1569–1577.

## **VIII. ANEXOS**



**Anexo 1: Resultados del Perfil de ácidos grasos de carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación en g/100g de muestra**

Sistema Alimentación	ácido caprico	ácido. Láurico	ácido. Mirístico	ácido miristoleico	ácido. Pentadecanoico	ácido. Palmítico	ácido. Palmitoleico	ácido. Margárico
g/100g muestra	C10:0	C12:0	C14:0	C14:1	C15:0	C16:0	C16:1n7	C17:0
control	0.00	0.01	0.05	0.00	0.02	0.86	0.03	0
control	0.00	0.01	0.05	0.00	0.02	0.81	0.03	0.00
control	0.00	0	0.05	0.00	0.02	0.95	0.04	0.00
control	0.00	0	0.05	0.00	0.02	0.9	0.04	0.00
50%HMS	0	0.15	0.25	0	0.03	1.71	0.11	<0.01
50%HMS	0	0.15	0.25	0	0.04	1.76	0.11	<0.01
50%HMS	0	0.14	0.23	0.01	0.03	1.63	0.1	<0.01
50%HMS	0	0.15	0.24	0	0.03	1.67	0.1	<0.01
100%HMS	0	0.37	0.38	0	0.05	1.72	0.13	<0.01
100%HMS	0	0.36	0.37	0	0.05	1.66	0.13	<0.01
100%HMS	0	0.36	0.36	0	0.05	1.66	0.12	<0.01
100%HMS	0	0.35	0.37	0	0.05	1.67	0.03	<0.01

Tratamiento control: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la torta de soya

Tratamiento 1: alimentación con 50% de la proteína proveniente de la torta de soya y 50% proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

Tratamiento 2: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

**Resultados del Perfil de ácidos grasos de carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación en g/100g de muestra**

acid. Heptadenoico	acid. Estearico	acid. Oleico	acid. Vacumenico	acid. Linoleicon6	acid. Linoleicon3	acid.Gondolico	acid. Araquidonico	acid. Eicosapentanoico(EPA)	acid cervonico
C17:1n7	C18:0	C18:1n9	C18:1n7	C18:2n6	C18:3n3				
0.00	0.24	1.1	0.05	2.2	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.22	1.03	0.05	2.07	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.25	1.17	0.05	2.11	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.23	1.1	0.05	1.98	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00
0.01	0.32	1.63	0.08	2.62	0.46	0.01	0.03	0	0
0.01	0.33	1.69	0.09	2.67	0.47	0.01	0.03	0	0
0.01	0.31	1.54	0.08	2.29	0.39	0.01	0.02	0.01	0.01
0.01	0.31	1.58	0.08	2.37	0.4	0.01	0.02	0.01	0.01
0	0.33	1.75	0.1	3.05	0.47	0	0.03	0	0
0	0.32	1.7	0.1	3.06	0.48	0	0.03	0	0
0	0.31	1.66	0.1	2.95	0.47	0.01	0.03	0	0
0	0.32	1.71	0.1	3.01	0.46	0.01	0.03	0	0

Tratamiento control: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la torta de soya

Tratamiento 1: alimentación con 50% de la proteína proveniente de la torta de soya y 50% proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

Tratamiento 2: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

**Anexo 2: Resumen de resultados de grasa en g/100g de muestra de carne de cuyes alimentados con tres sistemas diferentes de alimentación**

	grasa trans	omega 3	omega 6	omega 9	grasa saturada	grasa monosat	grasa poliinsat	grasa no id.
Tcontrol	<0.01	0.38	2.24	1.1	1.18	1.19	2.65	1.42
Tcontrol	<0.01	0.36	2.11	1.04	1.11	1.13	2.49	1.38
Tcontrol	<0.01	0.32	2.14	1.18	1.27	1.28	2.49	1.12
Tcontrol	<0.01	0.3	2.01	1.11	1.2	1.2	2.34	1.13
T150%	<0.01	0.46	2.67	1.65	2.46	1.87	3.17	1.29
T150%	<0.01	0.47	2.72	1.7	2.53	1.93	3.23	1.19
T150%	<0.01	0.41	2.33	1.55	2.35	1.78	2.77	1.45
T150%	<0.01	0.41	2.42	1.59	2.41	1.82	2.86	1.43
T2100%	<0.01	0.48	3.1	1.76	2.84	2	3.68	1.68
T2100%	<0.01	0.46	3.07	1.72	2.76	1.86	1.62	2.78
T2100%	<0.01	0.48	3.12	1.7	2.75	1.93	3.7	1.93
T2100%	<0.01	0.48	3.01	1.67	2.7	1.9	3.58	1.77

Tratamiento control: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la torta de soya

Tratamiento 1: alimentación con 50% de la proteína proveniente de la torta de soya y 50% proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

Tratamiento 2: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

**Anexo 3: Perfil de ácidos grasos de carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación expresado en porcentaje de ácidos grasos totales**

Sistema Alimentación	ácido caprico	ácido. Laurico	acid. Miristico	acid.miristoleico	acid. Pentadecanoico	acid. Palmitico	acid. Palmitoleico	acid. Margarico
%de ácidos grasos	C10:0	C12:0	C14:0	C14:1	C15:0	C16:0	C16:1n7	C17:0
control	0	0.203252033	1.016260163	0	0.406504065	17.4796748	0.609756098	0
control	0	0.215982721	1.079913607	0	0.431965443	17.49460043	0.647948164	0
control	0	0	1.008064516	0	0.403225806	19.15322581	0.806451613	0
control	0	0	1.070663812	0	0.428265525	19.27194861	0.856531049	0
50%HMS	0.00	2.02	3.37	0.00	0.40	23.08	1.48	0.00
50%HMS	0.00	1.97	3.29	0.00	0.53	23.13	1.45	0.00
50%HMS	0.00	2.06	3.38	0.15	0.44	23.94	1.47	0.00
50%HMS	0.00	2.15	3.43	0.00	0.43	23.89	1.43	0.00
100%HMS	0.00	4.42	4.53	0.00	0.60	20.53	1.55	0.00
100%HMS	0.00	4.36	4.48	0.00	0.61	20.10	1.57	0.00
100%HMS	0.00	4.46	4.46	0.00	0.62	20.54	1.49	0.00
100%HMS	0.00	4.32	4.56	0.00	0.62	20.59	0.37	0.00

Tratamiento control: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la torta de soya

Tratamiento 1: alimentación con 50% de la proteína proveniente de la torta de soya y 50% proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

Tratamiento 2: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

**Perfil de ácidos grasos de carne de cuyes alimentados con tres sistemas diferentes de alimentación expresado en porcentaje de ácidos grasos totales**

acid. Heptadenoico	acid. Estearico	acid. Oleico	acid. Vacumenico	acid. Linoleicon6	acid. Linoleicon3	acid. Gondolico	acid. Araquidonico	acid. Eicosapentanoico (EPA)	acid cervonico
C17:1n7	C18:0	C18:1n9	C18:1n7	C18:2n6	C18:3n3	0	0	0	0
0	4.87804878	22.35772358	1.016260163	44.71544715	7.317073171	0	0	0	0
0	4.75161987	22.2462203	1.079913607	44.70842333	7.343412527	0	0	0	0
0	5.040322581	23.58870968	1.008064516	42.54032258	6.451612903	0	0	0	0
0	4.925053533	23.55460385	1.070663812	42.39828694	6.423982869	0	0	0	0
0.13	4.32	22.00	1.08	35.36	6.21	0.13	0.40	0.00	0.00
0.13	4.34	22.21	1.18	35.09	6.18	0.13	0.39	0.00	0.00
0.15	4.55	22.61	1.17	33.63	5.73	0.15	0.29	0.15	0.15
0.14	4.43	22.60	1.14	33.91	5.72	0.14	0.29	0.14	0.14
0.00	3.94	20.88	1.19	36.40	5.61	0.00	0.36	0.00	0.00
0.00	3.87	20.58	1.21	37.05	5.81	0.00	0.36	0.00	0.00
0.00	3.84	20.54	1.24	36.51	5.82	0.12	0.37	0.00	0.00
0.00	3.95	21.09	1.23	37.11	5.67	0.12	0.37	0.00	0.00

Tratamiento control: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la torta de soya

Tratamiento 1: alimentación con 50% de la proteína proveniente de la torta de soya y 50% proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

Tratamiento 2: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

**Anexo 4: Resumen de grasa en porcentaje del total de grasas de carne de cuyes alimentados con tres sistemas diferentes de alimentacion**

	grasa saturada	grasa monosat	grasa poliinsat
Tcontrol	23.5059761	23.70517928	52.78884462
Tcontrol	23.46723044	23.89006342	52.64270613
Tcontrol	25.1984127	25.3968254	49.4047619
Tcontrol	25.3164557	25.3164557	49.36708861
T150%	32.8	24.93333333	42.26666667
T150%	32.89986996	25.09752926	42.00260078
T150%	34.05797101	25.79710145	40.14492754
T150%	33.99153738	25.66995769	40.33850494
T2100%	33.33333333	23.4741784	43.19248826
T2100%	44.23076923	29.80769231	25.96153846
T2100%	32.81622912	23.03102625	44.15274463
T2100%	33.00733496	23.22738386	43.76528117

Tratamiento control: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la torta de soya

Tratamiento 1: alimentación con 50% de la proteína proveniente de la torta de soya y 50% proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

Tratamiento 2: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

**Anexo 5: Análisis proximal carne de cuyes (musculo sin piel y sin grasa) alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación**

	g/100 g muestra	g/100gmuestra	g/100gmuestra	g/100gmuestra
	Humedad	Cenizas	Grasa	Proteína cruda
Tcontrol	72.3	1	8	18.1
Tcontrol	72.9	1.1	7.8	17.4
Tcontrol	73.2	1	7.6	18.1
T1	72.9	1.3	6.9	18.3
T1	72.7	1.2	7.8	13.7
T1	72.6	1.3	7.9	18.2
T2	72.7	1.3	6.3	18.2
T2	74	1.1	6.4	18.4
T2	73.6	1.1	6.4	18.5

Tratamiento control: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la torta de soya

Tratamiento 1: alimentación con 50% de la proteína proveniente de la torta de soya y 50% proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

Tratamiento 2: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

**Anexo 6: Contenido de amino ácidos (g/100g muestra) en carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación**

	Ácido Aspártico	Ácido Glutámico	Serina	Glicina	Histidina	Treonina	Alanina	Arginina	Prolina
TRAT CONTROL	1.522	2.361	0.691	0.975	0.358	0.681	0.543	1.88	0.732
TRAT CONTROL	1.52	2.363	0.69	0.97	0.35	0.679	0.541	1.881	0.73
TRAT CONTROL	1.683	2.629	0.783	1.276	0.388	0.991	0.565	2.168	0.91
TRAT CONTROL	1.68	2.629	0.781	1.27	0.388	0.992	0.569	2.168	0.91
TRATAMIENTO 1	1.613	2.48	0.745	1.021	0.377	0.763	0.581	2.018	0.783
TRATAMIENTO 1	1.612	2.483	0.74	1.021	0.37	0.763	0.583	2.021	0.784
TRATAMIENTO 1	1.71	2.703	0.781	0.982	0.39	0.78	0.631	2.12	0.779
TRATAMIENTO 1	1.713	2.699	0.781	0.98	0.39	0.78	0.634	2.12	0.78
TRATAMIENTO 2	1.581	2.394	0.721	1.199	0.441	0.783	0.596	2.09	0.87
TRATAMIENTO 2	1.583	2.39	0.723	1.201	0.443	0.781	0.591	2.09	0.87
TRATAMIENTO 2	1.491	2.26	0.661	0.9	0.421	0.65	0.561	1.88	0.69
TRATAMIENTO 2	1.492	2.26	0.66	0.903	0.423	0.653	0.56	1.883	0.691

Tratamiento control: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la torta de soya

Tratamiento 1: alimentación con 50% de la proteína proveniente de la torta de soya y 50% proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

Tratamiento 2: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la harina de larvas de mosca soldado



**Contenido de amino ácidos (g/100g muestra) en carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación**  
**CONTENIDO DE AMINO ACIDOS (g/100g muestra)**

Tirosina	Valina	Metionina	isoleucina	Leucina	fenilalanina	Lisina	Triptófano	
0.54	0.733	0.431	0.613	0.34	1.149	0.644	1.211	15.4
0.54	0.733	0.432	0.611	0.56	1.152	0.641	1.211	15.6
0.593	0.833	0.471	0.722	1.319	0.749	1.37	0.166	17.616
0.591	0.833	0.469	0.722	1.319	0.748	1.369	0.166	17.604
0.57	0.801	0.453	0.713	1.281	0.774	1.323	0.16	16.456
0.57	0.803	0.451	0.716	1.283	0.77	1.321	0.16	16.451
0.61	0.87	0.485	0.785	1.43	0.87	1.459	0.152	17.537
0.61	0.872	0.481	0.779	1.43	0.87	1.463	0.152	17.534
0.561	0.77	0.43	0.763	1.449	0.73	1.1	0.152	
0.562	0.773	0.431	0.761	1.45	0.731	1.1	0.152	
0.53	0.733	0.409	0.71	1.26	0.674	1.065	0.167	
0.531	0.732	0.412	0.71	1.263	0.671	1.06	0.168	

Tratamiento control: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la torta de soya

Tratamiento 1: alimentación con 50% de la proteína proveniente de la torta de soya y 50% proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

Tratamiento 2: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

**Anexo 7: Contenido de amino ácidos en porcentaje de amino ácidos totales para carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación**

	Ácido Aspártico	Ácido Glutámico	Serina	Glicina	Histidina	Treonina	Alanina	Arginina	Prolina
TRAT CONTROL	1.522	2.361	0.691	0.975	0.358	0.681	0.543	1.88	0.732
TRAT CONTROL	1.52	2.363	0.69	0.97	0.35	0.679	0.541	1.881	0.73
TRAT CONTROL	1.683	2.629	0.783	1.276	0.388	0.991	0.565	2.168	0.91
TRAT CONTROL	1.68	2.629	0.781	1.27	0.388	0.992	0.569	2.168	0.91
TRATAMIENTO 1	1.613	2.48	0.745	1.021	0.377	0.763	0.581	2.018	0.783
TRATAMIENTO 1	1.612	2.483	0.74	1.021	0.37	0.763	0.583	2.021	0.784
TRATAMIENTO 1	1.71	2.703	0.781	0.982	0.39	0.78	0.631	2.12	0.779
TRATAMIENTO 1	1.713	2.699	0.781	0.98	0.39	0.78	0.634	2.12	0.78
TRATAMIENTO 2	1.581	2.394	0.721	1.199	0.441	0.783	0.596	2.09	0.87
TRATAMIENTO 2	1.583	2.39	0.723	1.201	0.443	0.781	0.591	2.09	0.87
TRATAMIENTO 2	1.491	2.26	0.661	0.9	0.421	0.65	0.561	1.88	0.69
TRATAMIENTO 2	1.492	2.26	0.66	0.903	0.423	0.653	0.56	1.883	0.691

Tratamiento control: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la torta de soya

Tratamiento 1: alimentación con 50% de la proteína proveniente de la torta de soya y 50% proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

Tratamiento 2: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

**Contenido de amino ácidos en porcentaje de amino ácidos totales para carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación**

Tirosina	Valina	Metionina	isoleucina	Leucina	fenilalanina	Lisina	Triptófano
0.54	0.733	0.431	0.613	no reportado	1.149	0.644	1.211
0.54	0.733	0.432	0.611	no reportado	1.152	0.641	1.211
0.593	0.833	0.471	0.722	1.319	0.749	1.37	0.166
0.591	0.833	0.469	0.722	1.319	0.748	1.369	0.166
0.57	0.801	0.453	0.713	1.281	0.774	1.323	0.16
0.57	0.803	0.451	0.716	1.283	0.77	1.321	0.16
0.61	0.87	0.485	0.785	1.43	0.87	1.459	0.152
0.61	0.872	0.481	0.779	1.43	0.87	1.463	0.152
0.561	0.77	0.43	0.763	1.449	0.73	1.1	0.152
0.562	0.773	0.431	0.761	1.45	0.731	1.1	0.152
0.53	0.733	0.409	0.71	1.26	0.674	1.065	0.167
0.531	0.732	0.412	0.71	1.263	0.671	1.06	0.168

Tratamiento control: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la torta de soya

Tratamiento 1: alimentación con 50% de la proteína proveniente de la torta de soya y 50% proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

Tratamiento 2: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

**Anexo 8: Resultados de pH de la carne de cuyes en el musculo *Longissimus lumborum***

	pH		pH		pH
Tcontrol	5.988	TRAT 1	5.948	TRAT 2	5.88
Tcontrol	6.044	TRAT 1	5.923	TRAT 2	5.905
Tcontrol	5.986	TRAT 1	5.72	TRAT 2	5.762
Tcontrol	5.873	TRAT 1	5.736	TRAT 2	5.829
Tcontrol	6.164	TRAT 1	5.874	TRAT 2	6.128
Tcontrol	6.24	TRAT 1	5.984	TRAT 2	6.097
Tcontrol	5.813	TRAT 1	6.257	TRAT 2	5.677
Tcontrol	5.762	TRAT 1	6.184	TRAT 2	5.759
Tcontrol	5.715	TRAT 1	6.121	TRAT 2	5.874
Tcontrol	5.767	TRAT 1	6.066	TRAT 2	5.945
Tcontrol	5.778	TRAT 1	5.749	TRAT 2	6.058
Tcontrol	5.697	TRAT 1	5.771	TRAT 2	6.108
Tcontrol	5.822	TRAT 1	6.005	TRAT 2	5.762
Tcontrol	5.841	TRAT 1	6.047	TRAT 2	5.713
Tcontrol	6.064	TRAT 1	5.847	TRAT 2	5.851
Tcontrol	5.986	TRAT 1	5.776	TRAT 2	5.888
Tcontrol	5.848	TRAT 1	5.981	TRAT 2	5.763
Tcontrol	5.91	TRAT 1	6.003	TRAT 2	5.864
Tcontrol	5.941	TRAT 1	5.756	TRAT 2	5.784
Tcontrol	6.002	TRAT 1	5.801	TRAT 2	5.827
Tcontrol	5.755	TRAT 1	5.672	TRAT 2	5.854
Tcontrol	5.762	TRAT 1	5.674	TRAT 2	5.82
Tcontrol	6.03	TRAT 1	5.849	TRAT 2	5.809
Tcontrol	6.08	TRAT 1	5.846	TRAT 2	5.893
Tcontrol	5.613	TRAT 1	5.807	TRAT 2	5.948
Tcontrol	5.642	TRAT 1	5.869	TRAT 2	5.781

Tratamiento control: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la torta de soya

Tratamiento 1: alimentación con 50% de la proteína proveniente de la torta de soya y 50% proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

Tratamiento 2: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

**Anexo 9: Resultados de COLOR, variables L\*,a\*,b\* tomados en el musculo rectus abdominis de cuy**

	Color	Color	Color		Color	Color	Color		Color	Color	Color
	L*	a*	b*		L*	a*	b*		L*	a*	b*
TRAT CONTROL	44.22	9.69	-0.33	TRAT 1	44.95	12.7	-0.45	TRAT 2	47.54	12.34	-0.32
TRAT CONTROL	46.44	9.4	0.2	TRAT 1	45.19	12.92	0.13	TRAT 2	48.32	12.08	0.14
TRAT CONTROL	50.35	9.03	0.07	TRAT 1	44.33	12.6	0.39	TRAT 2	49.05	11.64	0.66
TRAT CONTROL	44.62	10.55	-0.58	TRAT 1	49.46	7.49	1.13	TRAT 2	44.63	10.24	-0.63
TRAT CONTROL	45.28	10.22	-0.56	TRAT 1	47.33	9.68	0.92	TRAT 2	44.81	10.41	-1.04
TRAT CONTROL	45.71	10.82	-0.58	TRAT 1	47.72	8.82	1.24	TRAT 2	45	10.14	-0.59
TRAT CONTROL	41.47	8.96	-1.21	TRAT 1	43.22	11.81	-0.16	TRAT 2	47.23	8.01	-0.36
TRAT CONTROL	51.02	8.82	-1.28	TRAT 1	42.16	10.95	0	TRAT 2	48.19	7.01	0.73
TRAT CONTROL	47.72	8.64	-1.57	TRAT 1	43.04	10.11	0.32	TRAT 2	47.69	7.07	0.44
TRAT CONTROL	47.85	10.16	1.09	TRAT 1	42.52	12.95	0.16	TRAT 2	44.99	12.61	-0.33
TRAT CONTROL	49.95	9.49	1.43	TRAT 1	43.32	12.23	0.34	TRAT 2	44.52	13	0.39
TRAT CONTROL	43.48	10.36	1.42	TRAT 1	43.32	12.01	-0.04	TRAT 2	43.99	12.84	-0.14
TRAT CONTROL	47.85	12.35	0.86	TRAT 1	43.06	13.64	3.5	TRAT 2	48.43	10.24	3.14
TRAT CONTROL	44.66	12.38	1.67	TRAT 1	43.44	13.33	3.63	TRAT 2	48.87	7.67	3.37
TRAT CONTROL	44.67	11.63	0.61	TRAT 1	42.35	12.8	3.07	TRAT 2	48.29	8.21	2.85
TRAT CONTROL	47.16	11.89	-0.23	TRAT 1	45.13	8.88	2.23	TRAT 2	46.82	10.48	-1.46
TRAT CONTROL	46.42	11.71	-0.33	TRAT 1	43.72	9.77	1.27	TRAT 2	46.59	10.7	-1.56
TRAT CONTROL	49.71	11.99	0.01	TRAT 1	43.52	9.96	1.56	TRAT 2	46.32	10.73	-1.21
TRAT CONTROL	49.55	11.57	-0.58	TRAT 1	44.75	8.57	3.23	TRAT 2	46.28	11.21	-0.43
TRAT CONTROL	44.68	10.64	0.03	TRAT 1	44.68	8.6	3.2	TRAT 2	46.55	11.06	-0.53
TRAT CONTROL	44.96	11.73	-0.14	TRAT 1	45.21	8.53	2.76	TRAT 2	46.01	11.3	-0.65
TRAT CONTROL	46.63	4.76	5.95	TRAT 1	48.13	7.76	4.53	TRAT 2	47.08	10.94	-0.31
TRAT CONTROL	45.22	6.31	5.16	TRAT 1	44.37	10.45	1.8	TRAT 2	47.2	10.69	0.02
TRAT CONTROL	46.18	4.71	5.48	TRAT 1	46.61	10.1	4.82	TRAT 2	47.2	10.6	0.05
TRAT CONTROL	46.17	9.85	3.2	TRAT 1	42.97	12.03	1.36	TRAT 2	46.74	12.91	1.94
TRAT CONTROL	43.18	9.66	3.33	TRAT 1	43.05	11.67	2.38	TRAT 2	48.48	11.6	2.73

TRAT CONTROL	41.08	9.21	3.74	TRAT 1	44.57	11.03	3.39	TRAT 2	46.8	10.74	1.7
TRAT CONTROL	49.46	11.92	5.65	TRAT 1	49.86	7.64	4.16	TRAT 2	46.38	10.61	1.82
TRAT CONTROL	51.02	11.44	5.29	TRAT 1	47.62	9.04	4.46	TRAT 2	46.23	10.18	1.84
TRAT CONTROL	47.58	11.05	5.76	TRAT 1	47.54	8.89	4.14	TRAT 2	46.02	10.63	1.64
TRAT CONTROL	47.85	8.11	3.61					TRAT 2	44.57	10.58	-0.66

Tratamiento control: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la torta de soya

Tratamiento 1: alimentación con 50% de la proteína proveniente de la torta de soya y 50% proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

Tratamiento 2: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

**Anexo 10: Resultados del porcentaje de jugo liberado (CRA) para carne de cuy tomado en el musculo *biceps femoris***

	% jugo liberado (CRA)		% jugo liberado (CRA)		% jugo liberado (CRA)
TRAT CONTROL	30.98	TRAT 1	22.31	TRAT 2	21.84
TRAT CONTROL	30.92	TRAT 1	22.56	TRAT 2	20.78
TRAT CONTROL	19.97	TRAT 1	26.09	TRAT 2	20.77
TRAT CONTROL	27.55	TRAT 1	30.18	TRAT 2	25.09
TRAT CONTROL	18.75	TRAT 1	32.04	TRAT 2	29.01
TRAT CONTROL	14.23	TRAT 1	21.78	TRAT 2	20.87
TRAT CONTROL	4.17	TRAT 1	21.67	TRAT 2	22.08
TRAT CONTROL	25.36	TRAT 1	13.75	TRAT 2	25.51
TRAT CONTROL	21.42	TRAT 1	27.91	TRAT 2	33.72
TRAT CONTROL	34.81	TRAT 1	25.78	TRAT 2	27.01
TRAT CONTROL	20.36	TRAT 1	21.63	TRAT 2	27.28
TRAT CONTROL	14.42	TRAT 1	22.41	TRAT 2	29.59
TRAT CONTROL	29.98	TRAT 1	16.24	TRAT 2	33.76
TRAT CONTROL	21.31	TRAT 1	19.8	TRAT 2	26.99
TRAT CONTROL	26.32	TRAT 1	27.94	TRAT 2	25.28
TRAT CONTROL	23.41	TRAT 1	25.1	TRAT 2	29.58
TRAT CONTROL	33.87	TRAT 1	19.99	TRAT 2	32.54
TRAT CONTROL	27.52	TRAT 1	28.87	TRAT 2	23.19

Tratamiento control: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la torta de soya

Tratamiento 1: alimentación con 50% de la proteína proveniente de la torta de soya y 50% proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

Tratamiento 2: alimentación con 100% de la proteína proveniente de la harina de larvas de mosca soldado

**Anexo 11: Resultados estadísticos para el perfil de ácidos grasos de la carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación**

Variable	term	group1	group2	estimate	conf.low	conf.high	p.adj	p.adj.signif
Capríco	Tratamiento	100% HMS	50% HMS	0	0	0		?
	Tratamiento	100% HMS	control	0	0	0		?
	Tratamiento	50% HMS	control	0	0	0		?
Láurico	Tratamiento	100% HMS	50% HMS	-0.2125	-0.225243704	-0.199756296	5.67E-10	****
	Tratamiento	100% HMS	control	-0.355	-0.367743704	-0.342256296	5.45E-10	****
	Tratamiento	50% HMS	control	-0.1425	-0.155243704	-0.129756296	1.19E-09	****
Mirístico	Tratamiento	100% HMS	50% HMS	-0.1275	-0.141842565	-0.113157435	3.12E-09	****
	Tratamiento	100% HMS	control	-0.32	-0.334342565	-0.305657435	5.45E-10	****
	Tratamiento	50% HMS	control	-0.1925	-0.206842565	-0.178157435	7.33E-10	****
Miristoleico	Tratamiento	100% HMS	50% HMS	0.0025	-0.003199158	0.008199158	0.469	ns
	Tratamiento	100% HMS	control	-9.48677E-19	-0.005699158	0.005699158	1	ns
	Tratamiento	50% HMS	control	-0.0025	-0.008199158	0.003199158	0.469	ns
Pentadecanoico	Tratamiento	100% HMS	50% HMS	-0.0175	-0.023199158	-0.011800842	0.0000338	****
	Tratamiento	100% HMS	control	-0.03	-0.035699158	-0.024300842	0.000000371	****
	Tratamiento	50% HMS	control	-0.0125	-0.018199158	-0.006800842	0.000457	***
Palmítico	Tratamiento	100% HMS	50% HMS	0.015	-0.083382714	0.113382714	0.906	ns
	Tratamiento	100% HMS	control	-0.7975	-0.895882714	-0.699117286	6.49E-09	****
	Tratamiento	50% HMS	control	-0.8125	-0.910882714	-0.714117286	5.49E-09	****
Palmitoleico	Tratamiento	100% HMS	50% HMS	0.0025	-0.053630193	0.058630193	0.992	ns
	Tratamiento	100% HMS	control	-0.0675	-0.123630193	-0.011369807	0.0208	*
	Tratamiento	50% HMS	control	-0.07	-0.126130193	-0.013869807	0.0172	*
Margárico	Tratamiento	100% HMS	50% HMS	0	0	0		?
	Tratamiento	100% HMS	control	0	0	0		?
	Tratamiento	50% HMS	control	0	0	0		?
Heptadenoico	Tratamiento	100% HMS	50% HMS	0.01	0.01	0.01	5.45E-10	****
	Tratamiento	100% HMS	control	-1.0842E-18	-4.4247E-18	2.25629E-18	0.65	ns
	Tratamiento	50% HMS	control	-0.01	-0.01	-0.01	5.45E-10	****



Estearico	Tratamiento	100% HMS	50% HMS	-0.0025	-0.023048605	0.018048605	0.939	ns
	Tratamiento	100% HMS	control	-0.085	-0.105548605	-0.064451395	0.00000286	****
	Tratamiento	50% HMS	control	-0.0825	-0.103048605	-0.061951395	0.00000368	****
Oleico	Tratamiento	100% HMS	50% HMS	-0.095	-0.202127994	0.012127994	0.0817	ns
	Tratamiento	100% HMS	control	-0.605	-0.712127994	-0.497872006	0.000000204	****
	Tratamiento	50% HMS	control	-0.51	-0.617127994	-0.402872006	0.000000869	****
Vacumenico	Tratamiento	100% HMS	50% HMS	-0.0175	-0.023199158	-0.011800842	0.0000338	****
	Tratamiento	100% HMS	control	-0.05	-0.055699158	-0.044300842	3.41E-09	****
	Tratamiento	50% HMS	control	-0.0325	-0.038199158	-0.026800842	0.000000188	****
Linoleico n6	Tratamiento	100% HMS	50% HMS	-0.53	-0.772822461	-0.287177539	0.000474	***
	Tratamiento	100% HMS	control	-0.9275	-1.170322461	-0.684677539	0.00000559	****
	Tratamiento	50% HMS	control	-0.3975	-0.640322461	-0.154677539	0.00345	**
Linoleico n3	Tratamiento	100% HMS	50% HMS	-0.04	-0.095840112	0.015840112	0.168	ns
	Tratamiento	100% HMS	control	-0.14	-0.195840112	-0.084159888	0.000167	***
	Tratamiento	50% HMS	control	-0.1	-0.155840112	-0.044159888	0.00191	**
Gondolico	Tratamiento	100% HMS	50% HMS	0.005	-0.00158082	0.01158082	0.14	ns
	Tratamiento	100% HMS	control	-0.005	-0.01158082	0.00158082	0.14	ns
	Tratamiento	50% HMS	control	-0.01	-0.01658082	-0.00341918	0.00551	**
Araquidónico	Tratamiento	100% HMS	50% HMS	-0.005	-0.01158082	0.00158082	0.14	ns
	Tratamiento	100% HMS	control	-0.03	-0.03658082	-0.02341918	0.00000125	****
	Tratamiento	50% HMS	control	-0.025	-0.03158082	-0.01841918	0.00000585	****
Eicosapentaenoico	Tratamiento	100% HMS	50% HMS	0.005	-0.00158082	0.01158082	0.14	ns
	Tratamiento	100% HMS	control	-1.89735E-18	-0.00658082	0.00658082	1	ns
	Tratamiento	50% HMS	control	-0.005	-0.01158082	0.00158082	0.14	ns
Cervonico	Tratamiento	100% HMS	50% HMS	0.005	-0.00158082	0.01158082	0.14	ns
	Tratamiento	100% HMS	control	-1.89735E-18	-0.00658082	0.00658082	1	ns
	Tratamiento	50% HMS	control	-0.005	-0.01158082	0.00158082	0.14	ns

**Anexo 12: Resultados estadísticos para la grasa de la carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación**

<b>grasa_trans</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Tcontrol</b>	<b>T150%</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>?</b>
	Tratamiento	Tcontrol	T2100%	0	0	0		?
	Tratamiento	T150%	T2100%	0	0	0		?
omega3	Tratamiento	Tcontrol	T150%	0.0975	0.040985349	0.154014651	0.00245	**
	Tratamiento	Tcontrol	T2100%	0.135	0.078485349	0.191514651	0.000242	***
	Tratamiento	T150%	T2100%	0.0375	-0.019014651	0.094014651	0.208	ns
omega6	Tratamiento	Tcontrol	T150%	0.41	0.162452666	0.657547334	0.0032	**
	Tratamiento	Tcontrol	T2100%	0.95	0.702452666	1.197547334	0.00000538	****
	Tratamiento	T150%	T2100%	0.54	0.292452666	0.787547334	0.000476	***
omega9	Tratamiento	Tcontrol	T150%	0.515	0.406416464	0.623583536	0.000000897	****
	Tratamiento	Tcontrol	T2100%	0.605	0.496416464	0.713583536	0.000000229	****
	Tratamiento	T150%	T2100%	0.09	-0.018583536	0.198583536	0.105	ns
grasa_saturada	Tratamiento	Tcontrol	T150%	1.2475	1.11498182	1.38001818	2.26E-09	****
	Tratamiento	Tcontrol	T2100%	1.5725	1.43998182	1.70501818	9.97E-10	****
	Tratamiento	T150%	T2100%	0.325	0.19248182	0.45751818	0.000198	***
grasa_monosat	Tratamiento	Tcontrol	T150%	0.65	0.527810983	0.772189017	0.00000034	****
	Tratamiento	Tcontrol	T2100%	0.7225	0.600310983	0.844689017	0.000000137	****
	Tratamiento	T150%	T2100%	0.0725	-0.049689017	0.194689017	0.273	ns
grasa_poliinsat	Tratamiento	Tcontrol	T150%	0.515	-0.682501373	1.712501373	0.482	ns
	Tratamiento	Tcontrol	T2100%	0.6525	-0.545001373	1.850001373	0.327	ns
	Tratamiento	T150%	T2100%	0.1375	-1.060001373	1.335001373	0.945	ns

**Anexo 13: Resultados estadísticos de amino ácidos de la carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación**

<b>Aspártico</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>TRAT CONTROL</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>0.06075</b>	<b>-0.076922114</b>	<b>0.198422114</b>	<b>0.465</b>	<b>ns</b>
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 2	-0.0645	-0.202172114	0.073172114	0.426	ns
	Tratamiento	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	-0.12525	-0.262922114	0.012422114	0.074	ns
<b>Glutámico</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>TRAT CONTROL</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>0.09575</b>	<b>-0.147754359</b>	<b>0.339254359</b>	<b>0.539</b>	<b>ns</b>
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 2	-0.1695	-0.413004359	0.074004359	0.182	ns
	Tratamiento	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	-0.26525	-0.508754359	-0.021745641	0.0339	*
<b>Serina</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>TRAT CONTROL</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>0.0255</b>	<b>-0.051397808</b>	<b>0.102397808</b>	<b>0.639</b>	<b>ns</b>
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 2	-0.045	-0.121897808	0.031897808	0.281	ns
	Tratamiento	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	-0.0705	-0.147397808	0.006397808	0.0718	ns
<b>Glicina</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>TRAT CONTROL</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>-0.12175</b>	<b>-0.401757139</b>	<b>0.158257139</b>	<b>0.475</b>	<b>ns</b>
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 2	-0.072	-0.352007139	0.208007139	0.759	ns
	Tratamiento	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	0.04975	-0.230257139	0.329757139	0.875	ns
<b>Histidina</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>TRAT CONTROL</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>0.01075</b>	<b>-0.017850082</b>	<b>0.039350082</b>	<b>0.567</b>	<b>ns</b>
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 2	0.061	0.032399918	0.089600082	0.000561	***
	Tratamiento	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	0.05025	0.021649918	0.078850082	0.00217	**
<b>Treonina</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>TRAT CONTROL</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>-0.06425</b>	<b>-0.286795111</b>	<b>0.158295111</b>	<b>0.709</b>	<b>ns</b>
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 2	-0.119	-0.341545111	0.103545111	0.339	ns
	Tratamiento	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	-0.05475	-0.277295111	0.167795111	0.777	ns
<b>Alanina</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>TRAT CONTROL</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>0.05275</b>	<b>0.009628048</b>	<b>0.095871952</b>	<b>0.019</b>	<b>*</b>
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 2	0.0225	-0.020621952	0.065621952	0.355	ns
	Tratamiento	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	-0.03025	-0.073371952	0.012871952	0.178	ns
<b>Arginina</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>TRAT CONTROL</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>0.0455</b>	<b>-0.197401145</b>	<b>0.288401145</b>	<b>0.862</b>	<b>ns</b>
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 2	-0.0385	-0.281401145	0.204401145	0.899	ns
	Tratamiento	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	-0.084	-0.326901145	0.158901145	0.615	ns
<b>Prolina</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>TRAT CONTROL</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>-0.039</b>	<b>-0.205847807</b>	<b>0.127847807</b>	<b>0.796</b>	<b>ns</b>
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 2	-0.04025	-0.207097807	0.126597807	0.784	ns
	Tratamiento	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	-0.00125	-0.168097807	0.165597807	1	ns

Tirosina	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 1	0.024	-0.023764245	0.071764245	0.38	ns
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 2	-0.02	-0.067764245	0.027764245	0.499	ns
	Tratamiento	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	-0.044	-0.091764245	0.003764245	0.0704	ns
Valina	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 1	0.0535	-0.030495091	0.137495091	0.231	ns
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 2	-0.031	-0.114995091	0.052995091	0.577	ns
	Tratamiento	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	-0.0845	-0.168495091	-0.000504909	0.0487	*
Metionina	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 1	0.01675	-0.018448162	0.051948162	0.416	ns
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 2	-0.03025	-0.065448162	0.004948162	0.0919	ns
	Tratamiento	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	-0.047	-0.082198162	-0.011801838	0.0118	*
Isoleucina	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 1	0.08125	-0.010378914	0.172878914	0.0817	ns
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 2	0.069	-0.022628914	0.160628914	0.144	ns
	Tratamiento	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	-0.01225	-0.103878914	0.079378914	0.927	ns
Leucina	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 1	0.037	-0.19366528	0.26766528	0.886	ns
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 2	0.0365	-0.19416528	0.26716528	0.889	ns
	Tratamiento	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	-0.0005	-0.188837413	0.187837413	1	ns
Fenilalanina	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 1	-0.1285	-0.403472788	0.146472788	0.428	ns
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 2	-0.248	-0.522972788	0.026972788	0.0766	ns
	Tratamiento	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	-0.1195	-0.394472788	0.155472788	0.475	ns
Lisina	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 1	0.3855	-0.10222881	0.87322881	0.123	ns
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 2	0.07525	-0.41247881	0.56297881	0.904	ns
	Tratamiento	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	-0.31025	-0.79797881	0.17747881	0.231	ns
Triptófano	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 1	-0.5325	-1.220291676	0.155291676	0.132	ns
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 2	-0.52875	-1.216541676	0.159041676	0.135	ns
	Tratamiento	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	0.00375	-0.684041676	0.691541676	1	ns
Proteína	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 1	0.1175	-2.925264883	3.160264883	0.994	ns
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRATAMIENTO 2	1.14	-1.902764883	4.182764883	0.568	ns
	Tratamiento	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	1.0225	-2.020264883	4.065264883	0.631	ns

**Anexo 14: Resultados estadísticos obtenidos de pH/color y Capacidad de retención de agua de la carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación**

Variable	term	group1	group2	estimate	conf.low	conf.high	p.adj	p.adj.signif
pH	Tratamiento	Tcontrol	TRAT 1	-0.02069	-0.11166	0.070293	0.851	ns
	Tratamiento	Tcontrol	TRAT 2	-0.07241	-0.15327	0.008442	0.0888	ns
	Tratamiento	TRAT 1	TRAT 2	-0.05173	-0.13771	0.034259	0.329	ns
L	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRAT 1	-1.81559	-3.16615	-0.46503	0.00514	**
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRAT 2	-1.03186	-2.21997	0.15626	0.102	ns
	Tratamiento	TRAT 1	TRAT 2	0.783733	-0.50061	2.068076	0.32	ns
a	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRAT 1	0.564308	-0.56721	1.695827	0.465	ns
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRAT 2	0.953974	-0.04145	1.949399	0.0633	ns
	Tratamiento	TRAT 1	TRAT 2	0.389667	-0.68638	1.46571	0.667	ns
b	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRAT 1	-0.09715	-1.27042	1.076112	0.979	ns
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRAT 2	-0.91029	-1.94244	0.121862	0.0955	ns
	Tratamiento	TRAT 1	TRAT 2	-0.81313	-1.92888	0.302609	0.198	ns
CRA	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRAT 1	-0.99597	-5.05392	3.061974	0.827	ns
	Tratamiento	TRAT CONTROL	TRAT 2	1.484298	-1.96483	4.93343	0.561	ns
	Tratamiento	TRAT 1	TRAT 2	2.48027	-1.29451	6.255046	0.264	ns

**Anexo 15: Resultados estadísticos obtenidos para el análisis proximal de la carne de cuyes alimentados con tres diferentes sistemas de alimentación**

Variable	term	group1	group2	estimate	conf.low	conf.high	p.adj	p.adj.signif
Energía	Tratamiento	Tcontrol	T1	-2	-9.06814	5.068139	0.678	ns
	Tratamiento	Tcontrol	T2	-10.23333333	-17.3015	-3.16519	0.0104	*
	Tratamiento	T1	T2	-8.233333333	-15.3015	-1.16519	0.0272	*
Proteína Cruda	Tratamiento	Tcontrol	T1	-1.133333333	-4.98467	2.718	0.658	ns
	Tratamiento	Tcontrol	T2	0.5	-3.35133	4.351333	0.917	ns
	Tratamiento	T1	T2	1.633333333	-2.218	5.484666	0.445	ns
Cenizas	Tratamiento	Tcontrol	T1	0.2333333333	0.028782	0.437885	0.0297	*
	Tratamiento	Tcontrol	T2	0.1333333333	-0.07122	0.337885	0.193	ns
	Tratamiento	T1	T2	-0.1	-0.30455	0.104552	0.355	ns
Grasa	Tratamiento	Tcontrol	T1	-0.266666667	-1.13181	0.598476	0.634	ns
	Tratamiento	Tcontrol	T2	-1.503333333	-2.36848	-0.63819	0.00427	**
	Tratamiento	T1	T2	-1.236666667	-2.10181	-0.37152	0.011	*
Humedad	Tratamiento	Tcontrol	T1	-0.066666667	-1.25647	1.123137	0.984	ns
	Tratamiento	Tcontrol	T2	0.6333333333	-0.55647	1.823137	0.304	ns
	Tratamiento	T1	T2	0.7	-0.4898	1.889804	0.246	ns